



სსიპ სოფლის მეურნეობის
სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი

რისკის შეფასების სამსახური

სამეცნიერო დასკვნა

აზიური ფაროსანას, *Halyomorpha halys* ბუნებრივი მტრის,
იაპონური ტრისოლკუსის *Trissolcus japonicus*
საქართველოს ტერიტორიაზე შემოყვანისა და თავისუფლად გაშვების
რისკის ექსპრეს შეფასება



შემსრულებლები:

მანანა კახაძე - სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის რისკის შეფასების სამსახურის, რისკის შემფასებელი (ბიოლოგიურ მეცნიერებათა აკად. დოქტორი), m.kakhadze@agruni.edu.ge

რუსუდან სხირტლაძე - სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის რისკის შეფასების სამსახურის, რისკის შემფასებელი (ბიოლოგიურ მეცნიერებათა აკად. დოქტორი), r.skhirtladze@agruni.edu.ge

ირინე რიჟამაძე - სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის რისკის შეფასების სამსახურის ფიტოსანიტარიის მეცნიერ კონსულტანტი, რისკის შეფასების ჯგუფის კოორდინატორი (სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკად. დოქტორი), Irine.Rizhamadze@srca.gov.ge

თბილისი
2025

სარჩევი

აბრივიატურების განმარტება	3
პრეამბულა	4
რეზიუმე	7
Abstract.....	8
ნაბიჯი 1: ინიცირება	9
1.1 ეკოლოგიური ზემოქმედების შეფასების (ეზშ) ჩატარების მიზეზი	9
1.2 ადრინდელი ეზშ-ს არსებობა	9
1.2.1 არსებობს თუ არა შესაბამისი ადრეული შეფასება?	10
1.2.2 ადრინდელი შეფასება ჯერ კიდევ მოქმედებს თუ მხოლოდ ნაწილობრივ მოქმედებს ?	10
ნაბიჯი 2: ბკა კატეგორიზაცია	10
2.1 დაკონკრეტეთ ბკა.....	10
2.1.1 არის თუ არა ბკა აშკარად ერთი ტექსტონომიური ერთეული და შეიძლება თუ არა ის ადეკვატურად გამოირჩეოდეს იმავე ტექსტონომიური რანგის სხვა ერთეულებისგან?	11
2.2 შეფასების არეალის იდენტიფიცირება	18
2.3 ბკა-ს განაწილება ზემოქმედების შეფასების არეალის (ზშა)-ის ფარგლებში.....	18
2.3.1 არის თუ არა ბკა ზემოქმედების შეფასების არეალში?.....	19
2.3.2 არის თუ არა (ბკა) ფართოდ გავრცელებული ზემოქმედების შეფასების არეალში?.....	19
2.3.3 არის თუ არა ბკა მკვიდრი ზშა-ს ნაწილში?.....	19
ნაბიჯი 3: ზემოქმედების შეფასება.....	19
3.1. რა მიზნობრივი გამოყენება აქვს ბკა-ს ?.....	19
3.2 ბკა-ს დამკვიდრების ალბათობა (ანუ დარჩენა უახლოეს მომავალში) ზემოქმედების შეფასების არეალში გაშვების შემდეგ.....	26
3.2.3 არის თუ არა ბიოტურ გარემოში ელემენტები (პათოგენები, მტაცებლები, კონკურენტები და ა.შ.), რომლებიც ხელს უშლიან დამკვიდრებას?.....	37
ნაბიჯი 4 : გადაწყვეტილების მიღება.....	46
4.1 ექნება თუ არა ბკა-ს პოზიტიური გავლენა ზემოქმედების შეფასების არეალზე, სამიზნე მავნე ორგანიზმის პოპულაციების შემცირებით და/ან მცენარეთა დაცვის საშუალებებით დამუშავებების/პროცედურების თავიდან აცილება/შემცირება?	46
4.3 სავარაუდოდ ბკა, არ წარმოადგენს რისკს ზემოქმედების შეფასების არეალში, ან რისკი სავარაუდოდ კომპენსირებული იქნება ბკა-ს დამკვიდრებისას, გარემოზე პოზიტიური ეკოლოგიური ზემოქმედებით.....	47
დასკვნები:	50
გამოყენებული ლიტერატურა	51

დანართი..... 61

პარაზიტოიდის - *Trissolcus japonicus* (Hymenoptera: Scelionidae) საველე გაშვების მეთოდისა
Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae)-ის მიმართ და ადგილობრივი პარაზიტოიდების
მოქმედების კვლევა მიჩიგანში (Simaz et al. 2023)..... 61

აბრევიატურების განმარტება

- (ბკა) - ბიოლოგიური კონტროლის აგენტი
- (ეზშ) - ეკოლოგიაზე ზემოქმედების შეფასება
- (ზშა) - ზემოქმედების შეფასების არეალი
- EPPO- European Plant Protection Organization
- FAO- Food and Agriculture Organization
- ISPM- International Standard for Phytosanitary Measures

პრეამბულა

აზიური ფაროსანა - *Halyomorpha halys* დასავლეთ საქართველოში პირველად დარეგისტრირდა 2016 წელს და დიდი ეკონომიკური ზარალი გამოიწვია. დღეისათვის მავნებელი გავრცელებულია აღმოსავლეთ საქართველოშიც. წლების მანძილზე ფაროსანასთან ბრძოლა მიმდინარეობდა მცენარეთა დაცვის ქიმიური საშუალებებით, რომელთა უარყოფითი ზემოქმედება ცნობილია, არა მხოლოდ სამიზნე მავნებლებზე, არამედ სასარგებლო ფაუნასა და გარემოზე. 17.01.2024 გამართულ შეხვედრაზე, რომელსაც ესწრებოდნენ სურსათის ეროვნული სააგენტოსა და სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის წარმომადგენლები, განხილული იქნა აზიური ფაროსანას რიცხოვნობის კონტროლისა და მისგან გამოწვეული ეკონომიკური დანაკარგების მინიმიზირების უზრუნველსაყოფად მავნებლის ბუნებრივი პარაზიტოიდის, იაპონური ტრისოლკუსის *Trissolcus japonicus* საქართველოში ინტროდუცირების საკითხი. როგორც ცნობილია, ბიოაგენტების გამოყენება მავნებლის პოპულაციის რეგულირების მიზნით, ინტეგრირებული ბრძოლის ერთერთი ეფექტიანი და ადაპტირებულია მეთოდია.

აღსანიშნავია, რომ საქართველოში ბოლო წლების განმავლობაში სურსათის ეროვნული სააგენტოს, მცენარეთა დაცვის დეპარტამენტის ხელშეწყობით აქტიური მონიტორინგი მიმდინარეობდა აზიური ფაროსანას ბუნებრივი მტრების გამოვლენისა და შესწავლისათვის. 2023 წელს სეს-ის მიერ იტალიაში, ტურინის უნივერსიტეტში გაგზავნილი ნიმუშების კვლევამ დაადასტურა საქართველოში იაპონური ტრისოლკუსის ბუნებრივი პოპულაციის არსებობა.

04.11.2024 გამართულ შეხვედრაზე, რომელსაც ესწრებოდნენ სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის, სურსათის ეროვნული სააგენტოს, სსიპ სამეცნიერო კვლევითი ცენტრისა და აგრარული უნივერსიტეტის თანამშრომლები, მიღებულ იქნა გადაწყვეტილება განხორციელებულიყო აზიური ფაროსანას, *Halyomorpha halys* ბუნებრივი მტრის, იაპონური ტრისოლკუსის *Trissolcus japonicus* საქართველოს ტერიტორიაზე შემოყვანისა და თავისუფლად გაშვების რისკის შეფასება, ხოლო 19. 11. 2024 გამართულ შეხვედრაზე, რომელშიც

ასევე მონაწილეობას იღებდა რისკის ანალიზში მონაწილე ყველა დაინტერესებული მხარე განხილული იქნა სეს-ის მცენარეთა დაცვის დეპარტამენტის მიერ შემუშავებული დოკუმენტი - „აზიური ფაროსანას, *Halyomorpha halys* ბუნებრივი მტრის, იაპონური ტრისოლკუსის *Trissolcus japonicus* საქართველოს ტერიტორიაზე შემოყვანისა და თავისუფლად გაშვების რისკის შეფასებისათვის ინიცირების“ პროექტი. ასევე გააღწედა, რისკის შეაფასება განხორციელებულიყო EPPO-ს PM 6/04 (1) სტანდარტით მოყვანილი ექსპრეს სქემისა და მცენარეთა დაცვის საერთაშორისო კონვენციის მიერ მდეო-ს (მცენარეთა დაცვის ეროვნული ორგანიზაცია) მიმართ დადგენილი მოთხოვნების შესაბამისად.

სეს-ის მცენარეთა დაცვის დეპარტამენტის ინიცირების საფუძველზე სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითმა ცენტრმა განხორციელა - „აზიური ფაროსანას, *Halyomorpha halys* ბუნებრივი მტრის, იაპონური ტრისოლკუსის *Trissolcus japonicus* საქართველოს ტერიტორიაზე შემოყვანისა და თავისუფლად გაშვების რისკის ექსპრეს შეფასება“. სამეცნიერო დასკვნაში EPPO-ს PM 6/04 (1) სტანდარტის გარდა გამოყენებული იქნა FAO, ISPM N3 გაიდლაინები ექსპორტისთვის, ტრანსპორტირებისთვის, იმპორტისა და გაშვებისათვის, ბიოლოგიური კონტროლის აგენტებისა და სხვა სასარგებლო ორგანიზმებისათვის, ასევე, ISPM 5 ტერმინოლოგიის ლექსიკონი ფიტოსანიტარული ტერმინების განსაზღვრისათვის <https://www.ippc.int/index.php/>.

რისკის შეაფასების დოკუმენტში განხილულია: ბიოლოგიური კონტროლის აგენტის (ბკა) ზემოქმედების შეფასების მიზნები; *T. japonicus* კატეგორიზაცია; ბკა-ს შეფასების არეალი; ბკა-ს სამიზნე მასპინძელი (*H.halys*); სამიზნე მასპინძლის (*H.halys*) გავრცელება; *T. japonicus* დამკვიდრების ალბათობა; ბკა-ს გავლენა და დასკვნები. დანართის სახით წარმოდგენილია პარაზიტოიდის - *Trissolcus japonicus* (Hymenoptera: Scelionidae) საველე გაშვების მეთოდიკა *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae)-ის მიმართ და ადგილობრივი პარაზიტოიდების მოქმედების კვლევა მიჩიგანში (Simaz et al. 2023). დოკუმენტის შექმნისას გამოყენებულია როგორც უცხოელი, ასევე ქართველი მეცნიერების კვლევის შედეგები.

ავტორები მადლიერებას გამოთქვამენ საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიისა და აგრარული უნივერსიტეტის მეცნიერების მიმართ აღნიშნული საკითხის განხილვებში მონაწილეობისა და მოსაზრებების გაზიარებისთვის.

რეზიუმე

აზიური ფაროსანას, *Halyomorpha halys* ბუნებრივი მტრის, იაპონური ტრისოლკუსის *Trissolcus japonicus* საქართველოს ტერიტორიაზე შემოყვანისა და თავისუფლად გაშვების რისკის ექსპრეს შეფასება განხორციელდა EPPO-ს PM 6/04 (1) სტანდარტის შესაბამისად. ბიოლოგიური კონტროლის აგენტის, იაპონური ტრისოლკუსის - *Trissolcus japonicus* სამიზნე მავნე ორგანიზმია - აზიური ფაროსანა *Halyomorpha halys*. მისი ძირითადი მასპინძელი მცენარეებია: თხილი, თესლოვნები, კურკოვნები, კენკროვნები, ბოსტნეული და ტყის კულტურები.

რისკის შეფასების არეალია საქართველოს ტერიტორია. კლასიკური ბიოლოგიური კონტროლის ზონაა ტერიტორია, სადაც სამიზნე მწერია წარმოდგენილი. მეცნიერული შეფასებით დადგინდა: *T. japonicus* -ის გამოყენებით შესაძლებელია მნიშვნელოვანი სასიკეთო ზემოქმედება ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე ქიმიური კონტროლის შემცირებით; ეკოსისტემებში სასარგებლო ფაუნის (ფუტკარი, დამამტვერიანებლები და ა.შ.) შენარჩუნება; *H. halys*-ის პოპულაციის მინიმუმამდე დაყვანა - საკარმიდამო, მიტოვებულ და დაცული ბაღების ტერიტორიებზე; *H. halys*-ის კონტროლთან დაკავშირებული ხარჯების მინიმუმამდე შემცირება; ადამიანებისა და საზოგადოებისათვის *H. halys*-ით გამოწვეული არასასიამოვნო ფაქტორის, მატერიალური დანაკარგების შემცირება და სხვა.

რისკის სამეცნიერო შეფასების საფუძველზე რეკომენდებულია: აზიური ფაროსანას, *H. halys* ბუნებრივი მტრის, იაპონური ტრისოლკუსის *T. japonicus* საქართველოს ტერიტორიაზე შემოყვანა და პირობითი (საკონტროლო) გაშვება. ასევე შესაძლებელია იაპონური ტრისოლკუსის *T. japonicus* საქართველოში არსებული პოპულაციის გამრავლება და პირობითი (საკონტროლო) გაშვება. გასათვალისწინებელია, რომ ზემოქმედების შეფასების არეალში *T. japonicus*-ის პოპულაციას შეიძლება კონკურენცია გაუწიოს ადგილობრივმა ენტომოფაგებმა და მიკროორგანიზმებმა; ასევე შესაძლებელია *T. japonicus*-მა უმნიშვნელოდ დააპარაზიტოს ადგილობრივი Pentatomidae სახეობები.

A b s t r a c t

Rapid risk assessment of Introduction and Release of the Natural Enemy - *Trissolcus japonicus*, of Brown Marmorated Stink Bug (BMSB), *Halyomorpha halys*, into the territory of Georgia was performed in accordance with the EPPO standard PM 6/04 (1). *Trissolcus japonicus* is the biological control agent for the target pest BMSB, *Halyomorpha halys*. Main host plants are: nuts, pome and stone fruits, berries, vegetables and forest crops. Risk assessment area– territory of Georgia. A classical biological control zone is an area in which the target insect is present. Scientific assessment has shown: that the use of *T. japonicus* can have significant beneficial effects on the ecological situation by reducing chemical control; Maintaining beneficial fauna (bees, pollinators, etc.) in ecosystems; Minimization of *H. halys* population - in private gardens, abandoned and protected areas; Minimize costs associated with *H. halys* control measures; Reduction of the nuisance factor, material losses, etc., caused by *H. halys* to people and society.

Scientific evaluation has determined: The use of *T. japonicus* can have a significant beneficial impact on the ecological state by reducing chemical control; Preservation of beneficial fauna (bees, pollinators, etc.) in ecosystems; Minimization of the population of *H. halys* - in homesteads, abandoned and protected garden areas; Minimization of costs associated with the control of *H. halys*; Reduction of the unpleasant factor, material losses caused by *H. halys* for people and society, etc.

Based on the scientific risk assessment, it is recommended: the introduction and conditional (control) release of the Brown Marmorated Stink Bug - *H. halys*, natural enemy the *T. japonicus* into the territory of Georgia, as well as to propagation and conditional (control) release of the existing population, of the *T. japonicus* in Georgia. It should be taken into account that in the impact assessment area, the population of *T. japonicus* may be competed with by local entomophagous and microorganisms; It is also possible that *T. japonicus* parasitizes the local Pentatomidae species to a minor extent.

ნაბიჯი 1: ინიცირება

სსიპ სურსათის ეროვნული სააგენტოსა და სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის წარმომადგენლების მხრიდან ჩატარდა სააგენტოს მიერ აზიური ფაროსანას ბუნებრივი მტრის, იაპონური ტრისოლკუსის *T. japonicus* ქვეყანაში შემოყვანისა და თავისუფლად გაშვების საკითხის განხილვა. შეხვედრის მონაწილეთა შეთანხმებით გადაწყდა, რომ აზიური ფაროსანას ბუნებრივი პარაზიტოიდის, იაპონური ტრისოლკუსის საქართველოში ინტროდუქციისათვის ეკპო-ს PM 6/04 (1) სტანდარტით გათვალისწინებული სქემა შეესაბამება მცენარეთა დაცვის საერთაშორისო კონვენციის მიერ დადგენილ მოთხოვნებს. აზიური ფაროსანასაგან მცენარეთა დაცვის ღონისძიებათა სისტემაში ბიოლოგიური აგენტების ჩართვა მიმართულია მავნებლის რიცხოვნობისა და მისგან გამოწვეული ეკონომიკური დანაკარგების მინიმიზირების უზრუნველსაყოფად. 17.01.2024 შეხვედრის ოქმის გადაწყვეტილებით მიზანშეწონილად ჩაითვალია *T. japonicus* -ის საქართველოსთვის რისკის ანალიზის ჩატარება და აღნიშნული მიზეზით შეიქმნა დოკუმენტი „აზიური ფაროსანას, *Halyomorpha halys* ბუნებრივი მტრის, იაპონური ტრისოლკუსის *Trissolcus japonicus* საქართველოს ტერიტორიაზე შემოყვანისა და თავისუფლად გაშვების რისკის შეფასებისთვის ინიცირება“.

1.1 ეკოლოგიური ზემოქმედების შეფასების (ეზშ) ჩატარების მიზეზი

- განაცხადი კეთდება ბიოლოგიური კონტროლის აგენტის (ბკა)-ს გამიზნული შემოყვანისათვის მავნე ორგანიზმის მიმართ კლასიკური ბიოლოგიური კონტროლისათვის;
- დგება მოთხოვნა ბკა-ს გამიზნული შემოყვანის შესახებ მავნე ორგანიზმის წინააღმდეგ გაძლიერებული ბიოლოგიური კონტროლისთვის.

1.2 ადრინდელი ეზშ-ს არსებობა

ღია წყაროებში, ინტერნეტის საშუალებით ზოგადად ხელმისაწვდომია *Trissolcus japonicus*- (Ashmead)(Hymenoptera:Scelionidae)-ის რისკის შეფასების რამდენიმე შემუშავებული დოკუმენტი, სადაც არის მითითებები სხვა მსგავსი შინაარსის დოკუმენტებზე (ევროპის, ავსტრალიის, კანადის, ახალი ზელანდიის მცენარეთა დაცვის

სამსახურების), მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ჩატარებული რისკის შეფასება მოიცავს სხვა კონტინენტებს, რეგიონებს, გეოგრაფიულ კლიმატურ ზონებს, ასევე, არ არის შესრულებული EPPO-ს PM 6/04 სტანდარტით გათვალისწინებული სქემით, რომელიც შეესაბამება მცენარეთა დაცვის საერთაშორისო კონვენციის მიერ დადგენილ მოთხოვნებს.

1.2.1 არსებობს თუ არა შესაბამისი ადრეული შეფასება?

კი

„APP203336: An application to seek pre-approval to release *Trissolcus japonicus* as a biological control agent for brown marmorated stink bug should it arrive in New Zealand“

APP203336: განაცხადი გაშვების წინასწარი დამტკიცების მისაღებად *Trissolcus japonicus*, როგორც ბიოლოგიური კონტროლის აგენტისა, აზიური ფაროსანას წინააღმდეგ, იმ შემთხვევისათვის, თუ მავნებელი გამოვლინდება ახალ ზელანდიაში.

1.2.2 ადრინდელი შეფასება ჯერ კიდევ მოქმედებს თუ მხოლოდ ნაწილობრივ მოქმედებს ?

აღნიშნული დოკუმენტი გამოსადეგია მხოლოდ ნაწილობრივ.

ნაბიჯი 2: ზკა კატეგორიზაცია

2.1 დაკონკრეტეთ ზკა

სამეფო:	Animalia
ტიპი:	Arthropoda
კლასი:	Insecta
რაზმი:	Hymenoptera
ოჯახი:	Scelionidae
გვარი:	<i>Trissolcus</i>
სახეობა:	<i>T. japonicus</i>



ბინომინალური სახელწოდება: *Trissolcus japonicus* (Ashmead, 1904) (Hymenoptera: Scelionidae)

სინონიმი: *Trissolcus halyomorphae* (Yang et al, 2009).

2.1.1 არის თუ არა ზკა აშკარად ერთი ტაქსონომიური ერთეული და შეიძლება თუ არა ის ადეკვატურად გამოირჩეოდეს იმავე ტაქსონომიური რანგის სხვა ერთეულებისგან?

30

კიმ ჰოელმერმა პირველად მოახდინა *T. japonicus* იდენტიფიცირება (Beneficial Insects Introduction Research Lab, USDA-ARS, Newark, Delaware) ლაბორატორიაში მისი მასპინძლის, აზიური ფაროსანას დაპარაზიტების დიაპაზონი მშობლიური გარემოში, აშშ-ში.

Trissolcus სახეობების იდენტიფიცირება ჩატარებულია სიმბოლოებისა და საიდენტიფიკაციო დაშიფრვის გამოყენებით ბელტსვილში, მერილენდის შტატში (Talamas et al 2015). აშშ-ს პოპულაციიდან შეგროვებულ ნიმუშები COI და ITS2 სექვენირებულია და იდენტურია ჩინეთში, იაპონიასა და სამხრეთ კორეაში *T. japonicus* პოპულაციებიდან მიღებული სექვენირებებისა, სადაც ის მკვიდრია.

ზრდასრული *T. japonicus* არის შავი, მზინავი და ძალიან პატარა ზომის (1.0-2.0 მმ ან 0.4-0.8 ინჩი) მწერი, შავი და მოყვითალო-ყავისფერი ფეხებითა და ანტენებით, აქვს ორი წყვილი გამჭვირვალე ფრთა. წელიწადში იძლევა 10 თაობას, მდედრი საშუალოდ 42 კვერცხს დებს უპირატესობას ანიჭებს 3 დღის კვერცხნადებს. *Trissolcus* სახეობების იდენტიფიცირება მოხდა Talamas et al-ის სიმბოლოებისა და საიდენტიფიკაციო დაშიფრვის გამოყენებით (2015). ბელტსვილში, მერილენდის შტატში (აშშ) შეგროვებული *T. japonicus* ნაჩვენებია სურ.1.



სურ. 1. *T. Japonicus*



სურათი 2–5. *Trissolcus japonicus*, მდედრი (USNMENT01059359)

2. გვერდითი ჰაბიტუსი; 3. ზურგის ჰაბიტუსი; 4. თავი, წინა ხედი; 5 თავი, ანტეროდორსალური ხედი. (მასშტაბი მილიმეტრებში). სურათები გადაღებულია Z16 Leica® ლინზის გამოყენებით JVC KY-F75U ციფრული კამერით და Cartograph®™ პროგრამული უზრუნველყოფით. სრული გარჩევადობის სურათები დაარქივებულია ოპაიოს სახელმწიფო უნივერსიტეტის სურათების მონაცემთა ბაზაში (<http://purl.oclc.org/NET/hymenoptera/specimage>) და MorphBank (<http://www.morphbank.net>).

Trissolcus-ის მიმდინარე გადასინჯვისას, ბელტსვილში შეგროვებული *T. japonicus* ნიმუშები კარგად ეთანაწყობა EJT-ისა და MLB-ის მიერ შემუშავებულ სახეობების კონცეფციას პალეარქტიკიდან. ისინი არ აჩვენებენ მორფოლოგიურ ანომალიებს, რაც გაართულებდა სახეობების იდენტურობის დადასტურებას, მხოლოდ მორფოლოგიაზე დაყრდნობით. აშშ-ს პოპულაციიდან შეგროვებულ ნიმუშები COI და ITS2 სექვენირებულია და იდენტური იყო ჩინეთში, იაპონიასა და სამხრეთ კორეაში *T. japonicus* პოპულაციებიდან მიღებული სექვენირებებისა. მიუხედავად იმისა, რომ არ იციან, როგორ აღმოჩნდა *T. japonicus* მერილენდში, ვარაუდობენ, რომ ინფიცირებული *H. halys*-ის კვერცხები ადვილად იყო გადატანილი დიდ მანძილებზე საჰაერო ტვირთებით შეერთებული შტატებისკენ. გარდა ამისა, *T. japonicus* დაფიქსირდა სხვა აზიური *Pentatomidae*-ის ფართო დიაპაზონზე. ეს სახეობები და მათი მასპინძელი მცენარეები შესაძლოა, ასევე იყვნენ გავრცელების წყაროები. უცნობია, როგორ იზამთრებს ზრდასრული *T. japonicus*, მაგრამ მას შეუძლია გადარჩენა რამდენიმე თვის განმავლობაში, მაგ.: ქერქის ქვეშ, ნიადაგში,

ნარჩენებში და ა.შ. მასპინძლის გარეშე, შესაძლოა ის ამ გზით მოხვდეს ამა თუ იმ ქვეყანაში Talamas et al.(2015).

ბოლო 100 წლის განმავლობაში კლასიკური ბიოლოგიური კონტროლი გამოიყენებოდა სოფლის მეურნეობის მავნე მწერების მართვის მცდელობებში. ეს მცდელობები წარმატებული იყო, მაგრამ იყო წარუმატებლობის შემთხვევებიც. ინვაზიური მავნებლების კომპლექსის ზრდა მთელ მსოფლიოში იწვევს მნიშვნელოვან ზარალს და ქმნის მავნე მწერების კონტროლის ზომების გამოყენების გაზრდილ რისკს.

Trissolcus japonicus შეუძლია დაასრულოს მრავალი თაობა წელიწადში (Qiu et al., 2007, Yang et al., 2009). პარაზიტიზმის მაჩვენებელი ჩინეთში 90%-მდე აღწევს (Zhang et al., 2017).

CLIMEX-ის მოდელებზე დაყრდნობით პროგნოზირებდნენ *T. japonicus* ბოლო დროინდელ გამოჩენას აშშ-ში და ევროპის რიგ ქვეყნებში (Avila და Charles 2018) *T. japonicus* ბუნებრივად ვრცელდება ყველა ადგილას, სადაც ცნობილია *H. halys*-ის არსებობა. მისი პოპულაციები, პირველად აღმოჩენილია აშშ-ში მერილენდში 2014 წელს. ისინი სავარაუდოდ შემთხვევით იქნა შემოტანილი (Talamas et al., 2015) და შემდგომში დაფიქსირდა ვირჯინიაში, დასავლეთ ვირჯინიაში, დელავერში, ნიუ ჯერსიში, ნიუ-იორკში, ორეგონში, ვაშინგტონში და ახლახანს კოლუმბიის ოლქში (Leskey and Nielsen, 2018) პენსილვანიაში, ოჰაიოში, მიჩიგანში, კალიფორნიასა და იუტაში (ჩრდილო-აღმოსავლეთის IPM ცენტრი, 2019). ის, ასევე დაფიქსირდა კანადის პროვინციებში ბრიტანეთის კოლუმბიაში (Abram et al., 2019) და ონტარიოში (Garipey and Talamas, 2019).

T. japonicus მრავალი წლის განმავლობაში იმყოფებოდა კარანტინში, კიმ ჰოელმერის ლაბორატორიაში (Beneficial Insects Introduction Research Lab, USDA-ARS, Newark, Delaware), რომელმაც პირველად მოხდინა მისი იდენტიფიცირება, შეისწავლა მისი მასპინძლის, აზიური ფაროსანას დაპარაზიტების დიაპაზონი მშობლიური გარემოში, აშშ-ში. კვლევები გრძელდება *T. japonicus* -ის მასპინძლის უპირატესობის დასადგენად. პირველადი კვლევებით ირკვევა, რომ *T. Japonicus* თავს ესხმის ყავისფერი მარმარისებრ ბაღლინჯოს - აზიურ ფაროსანას - და *Podisus*

maculiveventris (Say)(Pentatomidae:Podisus) ადგილობრივ სახეობას, რომელიც ჩრდილოეთ ამერიკაში გავრცელებული ბაღლინჯოების სახეობებია.

ჩინეთში რეგისტრირებულია *Trissolcus*-ის შვიდი სახეობა: *Trissolcus cultratus* (MaTrissolcus cultratus (Trissolcus Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae), რომლებიც მიეკუთვნება სუნიანი ბაღლინჯოების კვერცხის პარაზიტოიდების, კოსმოპოლიტურ გვარს (Pentatomidae, Scutelleridae, Urostylididae). ბევრი მასპინძელთაგანი მნიშვნელოვანი მავნებელია. მათთან დაკავშირებული დოკუმენტაცია, წარმოდგენილია მუზეუმის ნიმუშების მაგალითებზე.

Trissolcus cultratus (Mayr)(მასპინძლები: *Hippotiscus dorsalis* Stål, Pentatomidae; *Urochela luteovaria* Distant, Urostylididae); *Telasmuchae* (Watanabe) *Niphe elongata* (Dallas), Pentatomidae); *Trissolcus japonicus* (Ashmead)(მასპინძლები: *Erthesina fullo* (Thunberg), Pentatomidae; *Rhaphigaster nebulosa* (Poda), Pentatomidae); *Trissolcus latusulcus* (Crawford)(host: *Poecilocoris latus* Dallas, Scutelleridae), *Trissolcus mitsukurii* Ashmead)(მასპინძლები: Pentatomidae); *Trissolcus semistriatus* (Nees von Esenbeck) (host: *Eurydema* sp., Scutelleridae *Trissolcus yamagishii* Ryu), (მასპინძლები: *Niphe elongata* (Dallas), Pentatomidae) (Huayan Chen 2020). *T. japonicus* – როგორც *H. halys*-ის კვერცხის პარაზიტოიდი და ბიოლოგიური კონტროლის აგენტი (Abram,2017).1990-იან და 2000-იან წლებში, *T. japonicus* უნებლიედ იქნა შეჭრილი EPPO-ს რეგიონის ზოგიერთ ქვეყანაში (მაგ. გერმანია, იტალია და შვეიცარია), როგორც ადვენტური (შემთხვევითი) პოპულაცია.

კლასიკური ბიოკონტროლის აგენტების გაშვება ახალ - ზელანდიაში მკაცრად რეგულირდება. "პოზიტიური" ცდების შედეგების ინტერპრეტაცია მეტნაკლებად გარკვეულია. მაგრამ, როდესაც ლაბორატორიულ ექსპერიმენტებში "უარყოფითი" შედეგებია (ანუ პარაზიტიზმის არარსებობა - დაპარაზიტება, განვითარების გარეშე) ეს არის არა მასპინძელი მწერის სტატუსის მძლავრი ინდიკატორი ბუნებაში. ბუნებრივ გარემოში არსებობს მრავალი ქიმიური, ვიზუალური ან გარემოს დაცვითი ნიშანი, რომელიც განსაზღვრავს, თუ რამდენად წარმატებულად მოიძიებს მდედრი *T. japonicus* გაფანტულ მასპინძლებს. მაგალითად, პარაზიტოიდური სახეობის რეაგირების გზამ სხვადასხვა ქიმიურ

მინიშნებებზე და ამ ნიშნების სპეციფიკურობის დონემ, შეიძლება განსაზღვროს მისი ეკოლოგიური დიაპაზონი, რისკები, რომლებიც მან შეიძლება შეუქმნას არასამიზნე სახეობებს და მის პოტენციალს, როგორც უსაფრთხო და წარმატებული ბიოლოგიური კონტროლის აგენტს (Conti et al. 2004). *Trissolcus* გვარის ფარგლებში, ეს საველე მინიშნებები შეიძლება დაგვეხმაროს იმის ახსნაში, თუ რატომ უტევს *T. japonicus* ჩინეთში უპირატესად აზიურ ფაროსანას, როდესაც შესაფერისი სახეობები სიმპატრიულია (ერთი და იგივე გეოგრაფიული დიაპაზონის დაკავება, შეჯვარების შედეგად იდენტურობის დაკარგვის გარეშე. სიმპატრიული სახეობა ასევე: გვხვდება პოპულაციებს შორის, რომლებიც გეოგრაფიულად არ არის გამოყოფილი) და გვხვდება სამიზნე მავნებლებთან ერთად (Zhang et al. 2017). მიუხედავად, *T. japonicus*-ის ფართო ფიზიოლოგიური მასპინძლის აშკარა დიაპაზონისა, არსებობს ლაბორატორიული დასაბუთება აშშ-დან, რომ *T. japonicus* ინარჩუნებს უპირატესობას აზიური ფაროსანას მიმართ (Lara et al. 2016; Hedstrom et al. 2017), თუნდაც, შემდეგი თაობა ალტერნატიულ მასპინძელზე იყოს აღზრდილი (გამოუქვეყნებელი მონაცემები კიმ ჰოელმერისგან). გარდა ამისა, *T. japonicus* უპირატესობას ანიჭებს ტყის ჰაბიტატების დაჩრდილულ ადგილებს (Talamas et al. 2015b; Morrison და სხვ. 2018), რომელშიც ისინი ყველაზე ხშირად ჩნდებიან აზიური ფაროსანას კვერცხების მასიდან, რომლებიც ნაპოვნია ტყის საფარის შუაში (Quinn et al. 2019). ამიტომ, სავარაუდოდ, ახალი ზელანდია, *T. Japonicus*-თვის ბუნებრივად შეზღუდული იქნება გეოგრაფიულ დიაპაზონში და ჰაბიტატებში, აზიური ფაროსანა-ს მიერ. ახალი ზელანდიური *pentatomids*-დან, რომლებიც არსებობენ, ფაროსანას (Kriticos et al. 2017) და *T. japonicus* (Avila and Charles 2018) პროგნოზირებულ დიაპაზონში, ასევე, ცხოვრობენ - *C. noselis*, *O. schellenbergii*, *M. humeralis*, *G. amyoti* სახეობები, როგორც მათთვის, ასევე *T. japonicus*-ისთვის საერთო ჰაბიტატებში. შესაბამისად, მგრძობიარეები არიან თავდასხმისას, პარაზიტოიდთან შეხვედრისას, მაშინ როცა, *Dictyotus caenosus* -ყავისფერი ფარიანი ბაღლინჯო არის ავსტრალიური ბაღლინჯოს სახეობა და *Cuspicona* - მწვანე ბაღლინჯო, რომლებიც შემოტანილია ახალ ზელანდიის ეკოსისტემებში, ჩვეულებრივ არ არის სასურველი *T. japonicus*-ისთვის და სავარაუდოდ,

ძირითადად გაურბიან მათ დაპარაზიტებას. ქვეყნის სამხრეთ რეგიონები კლიმატურად შეუფერებელია აზიური ფაროსანას გადარჩენისთვის (Kriticos et al. 2017), მაგრამ *T. japonicus*-მა შესაძლებელია აიტანოს უფრო გრილი კლიმატი, ვიდრე ფაროსანამ (Nystrom Santacruz et al. 2017). CLIMEX-ური კვლევითი პროგრამით *T. japonicus*-ისთვის ვარაუდობენ, რომ პარაზიტოიდს შეიძლება ჰქონდეს უფრო ფართო გავრცელება კუნძულის სამხრეთში, ვიდრე აზიურ ფაროსანას (Avila and Charles 2018). თუ *T. japonicus*-ის შესაძლო ბუნებრივი გავრცელება შემოიფარგლება ფაროსანას განაწილების ფარგლებში, მაშინ, მაღალ სიმადლეზე *H. Hudsonae*-ს და *C. Noselis*-ს ბუნებრივად არ დაესხმება *T. japonicus*. მაშინაც კი, თუ *T. japonicus*-ის ინდივიდები გაიფანტება ან გადაიტანება ადამიანის აქტივობით სუბალპურ რეგიონებში აზიური ფაროსანას გავრცელების ფარგლებს გარეთ, დაბალ ბუჩქნარ, უცხო გარემოში, სადაც სავარაუდოდ ცხოვრობენ ეს ადგილობრივი *pentatomid*, ეს შეზღუდავს *T. japonicus*-ის გადარჩენას და მის ეკოლოგიურ გავლენას მასპინძელზე, რადგან ისინი აშკარად ამჯობინებენ ტყის ჰაბიტატებს (Talamas et al. 2015b; Morrison et al. 2018).

T.japonicus-ის გავრცელების დიაპაზონი დიდწილად ემთხვევა *H.halys*-ს, გავრცელების დიაპაზონს, მათ შორის, იაპონიის, ჩინეთის, ტაივანსა და კორეის რესპუბლიკებში (Qiu et al. 2007; Yang et al. 2009; Zhang et al. 2017). ფაქტობრივად, შემთხვევითი პოპულაციები უკვე გამოვლენილია შეერთებულ შტატებში (Beltsville, Maryland 2014 წელს (Talamas et al. 2015); ვანკუვერი, ვაშინგტონი 2015 წელს (Milnes et al. 2016); პორტლანდი, ორეგონი 2016 წელს (Hedstrom et al. 2017) და მას შემდეგ მოხსენებული იქნა აშშ-ს 10 შტატში (Morrison et al. 2018). მარშრუტები ანუ გზები, რომლითაც *T. japonicus* შევიდა ჩრდილოეთ ამერიკაში უცნობი რჩება და ითვლება, რომ იგივეა, რაც *H. halys*-ის გავრცელებისათვის (Talamas et al. 2015). ევროპაში ჩატარებულმა მასპინძლის სპეციფიურობის ტესტირებამ აჩვენა, რომ მისი ფიზიოლოგიური დიაპაზონი საკმაოდ ფართოა. *T. Japonicus*-ს შეუძლია გადარჩეს, გამრავლდეს და დაასრულოს თავისი სასიცოცხლო ციკლი.

საქართველოს სოფლის მეურნეობის სააგენტოს ჯგუფის მიერ (ნ.მესხი), კომპანია ფერეროს შუამდგომლობით 2023 წელს, იტალიაში

იდენტიფიცირებისთვის გაიგზავნა აზიური ფაროსანას დაპარაზიტებული კვერცხებიდან გამოფრენილი ზრდასრული პარაზიტოიდები, რომელიც შეგროვდა მონიტორინგის პროცესში. მუქად შეფერილ კვერცხებს ათავსებდნენ სპეციალურ აღრზდულელებში, სადაც ხდებოდა მწერების გამოფრენაზე დაკვირვება. ნიმუშები იდენტიფიცირებული იყო მორფოლოგიურ საფუძველზე Wild M5 სტერეომიკროსკოპის გამოყენებით (გადიდება 200x-მდე) (სოფლის მეურნეობის, სატყეო და მეურნეობის დეპარტამენტის, ენტომოლოგიისა და სურსათის მეცნიერებების ლაბორატორია, ტურინის უნივერსიტეტი) იტალია.

ნიმუშები:

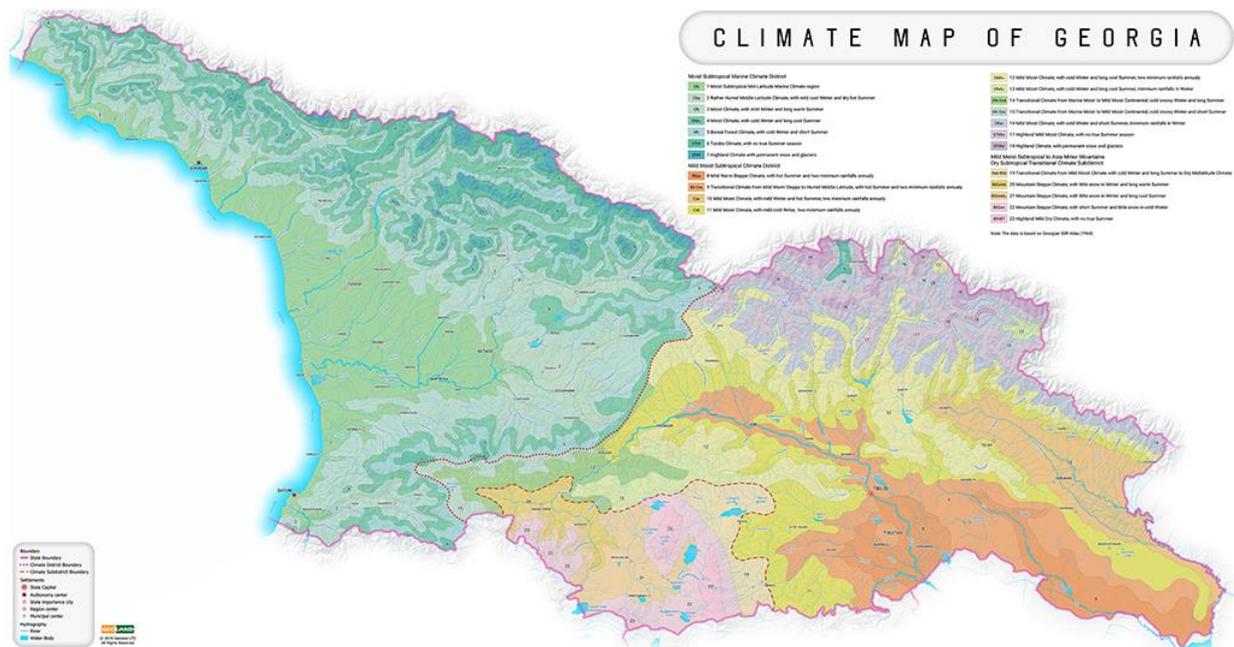
1. „N1. ოზურგეთი, მერია“ - შედგება სამი მდედრისა და ერთი მამრისაგან - დასტურდება, რომ მიეკუთვნება სახეობა- *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy) (Hymenoptera Eupelmidae);
2. "N2. ზუგდიდი, დარჩელი" - შედგება ექვსი მდედრისა და ერთი მამრისგან;
3. N3. „ზუგდიდი, ინგირი" - შედგება შვიდი მდედრისა და ერთი მამრისგან - დასტურდება, რომ ინდივიდები მიეკუთვნებიან *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera Scelionidae). *Anastatus bifasciatus*-ის სახეობას, რომელიც გავრცელებულია მთელ პალეარქტიკის რეგიონში, აქვს მასპინძლის ფართო დიაპაზონი, რომელიც მოიცავს *Lepidoptera* ,ასევე, *Hemiptera* რაზმებს (Peng et al. 2020). ამ სახეობის ადვენტიური პოპულაციები პირველად დასავლეთ პალეარქტიკაში დაფიქსირდა შვეიცარიაში 2017 წელს (Stahl et al. 2019) და იტალიაში 2018 წელს (Sabbatini Peverieri et al. 2018, Moraglio და სხვ. 2020). დამოწმებულია, როგორც *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera) ბიოლოგიური კონტროლის აგენტი (BCA) Pentatomidae) (Zapponi et al. 2021). სახეობა მორფოლოგიურად ძალიან ახლოსაა *T. cultratus* (Mayr) და *T. kozlovi* *Rjachovskij*, ორივესთვის მშობლიურია დასავლეთ პალეარქტიკის ტერიტორია და ორივე ზოგიერთი *Pentatomidae* სახეობების კვერცხის პარაზიტოიდია (მათ შორის *H. halys*). *Trissolcus japonicus* ითვლება *H. halys*-ის კვერცხის მთავარ პარაზიტოიდად. ჩინეთსა და იაპონიაში (Yang et al. 2009, Lee et al. 2013, Zhang et al. 2017, Kamiyama et

al. 2022). ქართული ჰაბლოტიპის იტალიურთან შესადარებლად, რეკომენდირებულია მას ჩაუტარდეს მოლეკულური ანალიზი.

2.2 შეფასების არეალის იდენტიფიცირება

ბიოლოგიური კონტროლის აგენტის შეფასების არეალია საქართველოს ტერიტორია.

სურ.6. საქართველოს კლიმატური რუკა



ევროპული კვლევებით, ევროპაში კვერცხის პარაზიტოიდური მწერების არსებობის შესახებ კვლევები შემოიფარგლება დასავლეთ შვეიცარიით (Haye et al. 2015) და ჩრდილოეთ იტალიით (Roversi et al. 2016; Costi 2018).

2.3 ზკა-ს განაწილება ზემოქმედების შეფასების არეალის (ზშა)-ის ფარგლებში

ზუგდიდში (სოფ. ინგირი) დაფიქსირებულია *T. Japonicus* ერთეული ეგზემპლარები. პარაზიტოიდის წინასწარი გაშვება დღემდე არ ჩატარებულა (სეს-ის ინფორმაცია).

2.3.1 არის თუ არა ბკა ზემოქმედების შეფასების არელში?

კი

2.3.2 არის თუ არა (ბკა) ფართოდ გავრცელებული ზემოქმედების შეფასების არელში?

არა

2.3.3 არის თუ არა ბკა მკვიდრი ზმა-ს ნაწილში?

არა

მკვიდრია ჩინეთი, იაპონია, სამხრეთ კორეა.

ნაბიჯი 3: ზემოქმედების შეფასება

3.1. რა მიზნობრივი გამოყენება აქვს ბკა-ს ?

სურ.7.

სამეფო: Animalia

ტიპი: Arthropoda

კლასი: Insecta

რიგი: Hemiptera

ოჯახი: Pentatomidae

გვარი: *Halyomorpha*

სახეობა: *Halyomorpha halys*

სამიზნე მავნე ორგანიზმი - აზიური

ფაროსანა *Halyomorpha halys*(Stål)

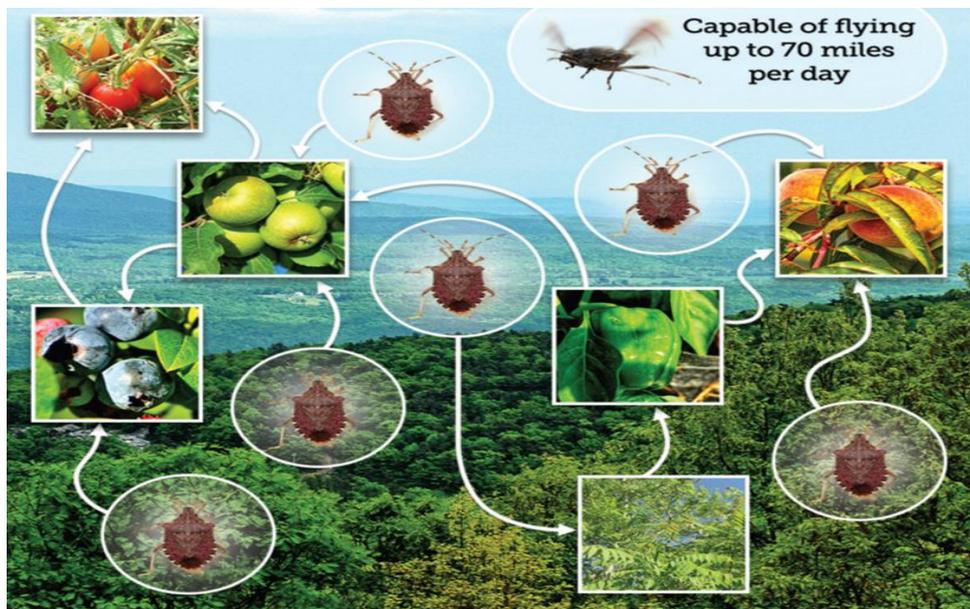


იმაგოს ზომა 12-17 მმ-ია, განიერი, ყავისფერი, მარმარილოს შეფერილობით — ფეხებზე, მუცლის გვერდებსა და ულვაშებზე თეთრი ზოლები. იძლევა 2-3 თაობას, დებს წელიწადში 200 კვერცხს (28 ერთეული 1 გროვაში).

აზიური ფაროსანა *Halyomorpha halys* (Stal)(Heteroptera:Pentatomidae). აზიური ფაროსანა, რომელიც წარმოშობით აღმოსავლეთ აზიაში (ჩინეთი, ტაივანი, იაპონია და სამხრეთ კორეა), სერიოზულ საფრთხეს წარმოადგენს სოფლის მეურნეობისთვის, ჩრდილოეთ ამერიკასა და ევროპაში მისი პოლიფაგური ქცევისა და ბუნებრივი მტრების სიმცირის გამო. თავის მშობლიურ დიაპაზონში, იგი დიდ

ზიანს აყენებს სხვადასხვა ხილს, სოიოს და დღესდღეობით, ვაშლის სერიოზული მავნებელია იაპონიაში (Zhu et al., 2012). ეს ოჯახი თითქმის 900 გვარს და დაახლოებით 5000 სახეობას მოიცავს (Rider, 2015). ჩინეთში ჩატარებული ლაბორატორიული და საველე კვლევებით დადგინდა, რომ *T. japonicus*-ის ეკოლოგიური მასპინძლების დიაპაზონი მოიცავს, გარდა *H. halys*-სა, Pentatomidae-ს რამდენიმე სახეობას, როგორცაა *Dolycoris baccarum* (Pentatomida). (L.), *Erthesina fullo*(Pentatomida)(Thunberg), *Plautia fimbriata* (Pentatomidea, Shield bug] (Fabr.)(Haye 2014) და *Glaucias subpunctatus* (Pentatomidae) (Walker) (Matsuo et al. 2016).

სურ.8. *H. halys* ძირითადი მასპინძელი მცენარეები (K. Hoelmer USDA/AR- 2018)



ძირითადი მასპინძელი მცენარეებია - თხილი, ხეხილი, ბოსტნეული, მარცლოვნები კულტურები და ტყის ჯიშები. მრავალმა კვლევამ აჩვენა, რომ Pentatomidae-ის ოჯახის წარმომადგენლები ანუ ბაღლინჯოები, არიან ს/ს კულტურების და დეკორატიული მცენარეების სერიოზული მავნებელები მთელს მსოფლიოში (Hedstrom et al., 2014; Tuncer et al., 2014). მასპინძლის ფიზიოლოგიური დიაპაზონის შესახებ ინფორმაციას (მასპინძელში წარმატებით განვითარების უნარი) თან ახლავს, მასპინძლის ეკოლოგიური (რეალიზებული) არეალის და პარაზიტოიდული ქცევის ცოდნა, რადგანაც ბიოაგენტის ლაბორატორიულ პირობებში ზემოქმედება, ხშირად აჭარბებს მასპინძლის არეალში გავრცელებისას

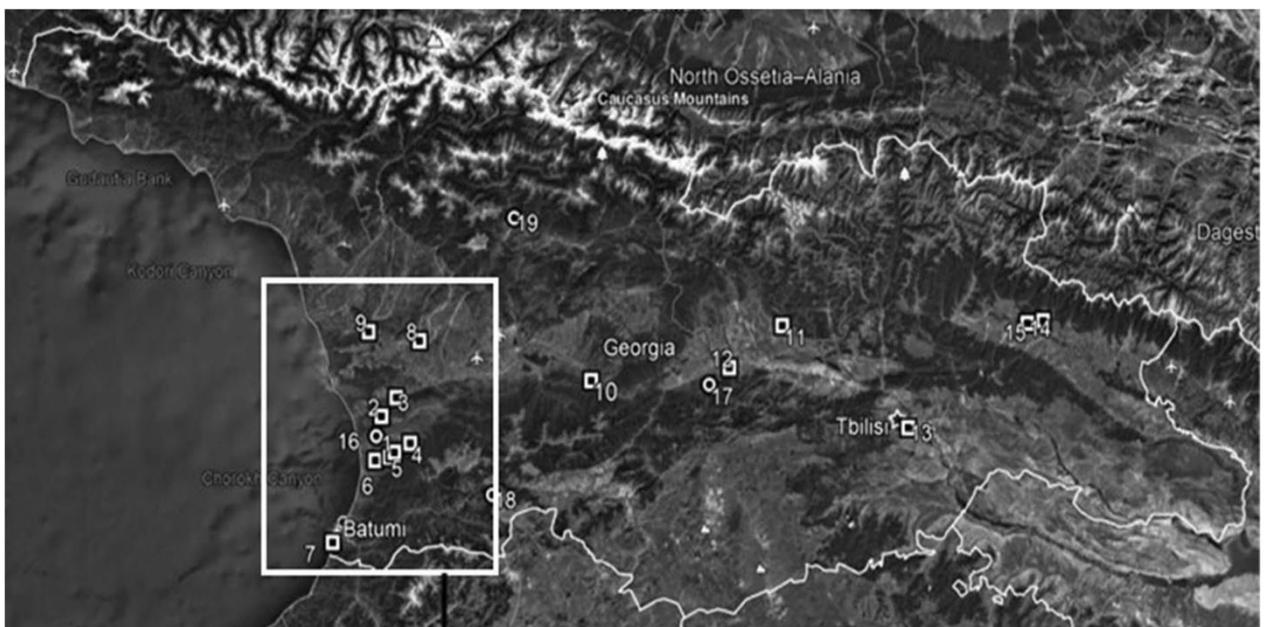
სავარაუდო ზემოქმედებას, სავსე პირობებში (მაგ., Haye et al. 2005, Jenner et al. 2014). იმის გათვალისწინებით, რომ Pentatomidae-ს მრავალი სახეობა გვხვდება შეერთებულ შტატებში, რომელთაგან ზოგიერთი მტაცებელი სახეობაა, მიმდინარეობს აზიური *Trissolcus*-ის, მათ შორის *T. japonicus*-ის, როგორც *H. halys*-ის კანდიდატი აგენტის ფართო მასპინძელთა დიაპაზონის ტესტირება, რომელიც ჯერ არ დასრულებულა (Talamas et al.(2015). აშშ-ს შუა ატლანტიკური რეგიონში, სადაც *H. halys* არსებობს, ეფექტური კონტროლი ეყრდნობა ფართო სპექტრის ინსექტიციდების გამოყენებას, რის შედეგადაც იზრდება მათი გამოყენების სიხშირე და იწვევს მავნებლების ინტეგრირებული მართვის მოშლას, მეორადი აფეთქებების ჩათვლით (Lee et al. 2014, Leskey et al. 2014, Leskey et al. 2012a, Leskey et al. 2012b). აშშ-ში იგი საყოფაცხოვრებო მავნებელია, სადაც გვხვდება ზამთრის თავშესაფარში და გამოყოფს უსიამოვნო სუნს, არის სასოფლო-სამეურნეო მნიშვნელობის მავნებელი, განსაკუთრებით შეერთებული შტატების (Zhu et al., 2012) შუა ატლანტიკური რეგიონში. ევროპაში ჩატარებულმა მასპინძლის სპეციფიურობის ტესტირებამ აჩვენა, რომ მასპინძლის ფიზიოლოგიური დიაპაზონი საკმაოდ ფართოა (ოპტიმალური პირობები სახეობათა დიაპაზონისათვის, რომლებზეც *T. japonicus* შეუძლია გადარჩეს, გამრავლდეს და დაასრულოს სასიცოცხლო ციკლი). *T. japonicus* გამოვლინდა აგრეთვე, იტალიასა და შვეიცარიაში. ასევე, შეფასდა ბუნებრივად წარმოქმნილი კვერცხის მასები. სამწლიანი კვლევის განმავლობაში, მიღებულია უტყუარი მონაცემები. ჩინეთში ჩატარებული ლაბორატორიული და სავსე კვლევებით დადგინდა, რომ *T. japonicus*-ის ეკოლოგიური მასპინძლის დიაპაზონი, *H. Halys*-თან ერთად მოიცავს Pentatomidae-ს რამდენიმე სახეობას, ესენია *Dolycoris baccarum* (Pentatomida). (L.), *Erthesina fullo* (Pentatomida)(Thunberg), *Plautia fimbriata* (Pentatomoidea, Shield bug] (Fabr.)(Haye 2014) და *Glaucias subpunctatus* (Pentatomidae)(Walker) (Matsuo et al. 2016).

ცნობილია, რომ *H. halys* იზამთრებს სახლებში და სხვა დახურულ ნაგებობებში. იგი ხდება უსიამოვნო მავნებელი სახლის მობინადრეებისათვის საგაზაფხულო კულტურებსა და სარეველებზე გადასვლამდე, მისი პოპულაცია

დიდი რაოდენობით ვითარდება ზაფხულში და შემოდგომაზე (Leskey & Nielsen, 2018; Medal et al., 2012; Rice et al., 2020).

ზოგადად, სასოფლო-სამეურნეო კულტურებში ეკონომიკური ზიანი ხუთიდან ათ წლამდე მერყეობს ისეთ ადგილებში, სადაც მავნებელი არის უნივოლტინური, მაშინ როდესაც სერიოზული დაზიანება ხშირად შეინიშნება ხუთ წელზე ნაკლები ხნის შემდეგ დამკვიდრების ადგილებში, სადაც მავნებელი ბივოლტინურია (მაგ. იტალია, საქართველო) (Haye et al., 2019; Murvanidze et al., 2018). *H. halys*-ის დასავლეთ საქართველოში დარეგისტრირდა პირველად 2016 წელს (Gapon., 2019) მნიშვნელოვანი თხილის დაზიანება (Murvanidze et al., 2018). საქართველო თხილის მწარმოებელი მესამე ქვეყანა მსოფლიოში თურქეთისა და იტალიის შემდეგ (Murvanidze et al., 2018). 2016 წელს, თხილის მწარმოებელი ქართველ ფერმერების, ექსპორტიორებსა და გადამამუშავებლებს მიერ მავნებლების ეკონომიკური ზარალი შეფასდა 52.7–68.6 მილიონი აშშ დოლარის ოდენობით (მურვანიძე და სხვ., 2018). Japoshvili, Arabuli et al., 2021 მონაცემებით, საქართველოში 2019 და 2020 წლებში გამოკვლეულ იქნა თხილის ბაღები, ოთხ რეგიონში: აჭარა, გურია, სამეგრელო და კახეთი, აზიური ფაროსანას - *Halyomorpha halys* (Stål)(Hemiptera: Pentatomidae) გავრცელების არელის დასადგენად.

სურ.9. აზიური ფაროსანას გავრცელების ზონები საქართველოში (მ. ჯაფოშვილი, 2022 წ.)



ინვაზიური, პოლიფაგური მწერის, *H. halys* კვების ეფექტი, ზოგიერთ სასოფლო-სამეურნეო ხილზე (თხილი, მოცვი, მანდარინი, ლიმონი) გამოკვლეული იყო საქართველოს გურიისა და სამეგრელოს რეგიონებში 2019 და 2020 წლებში (Kereselidze, Aleksidze, Haye, 2018). შეფასდა თხილის გულის დაზიანება, როდესაც ზრდასრული *H. Halys* აძლევდნენ თხილის ნაყოფს განვითარების სხვადასხვა საფეხურზე გამოსაკვებად. გარდა ამისა, ზრდასრულ *H. Halys* -ს მიეცა საშუალება ეკვება თითქმის მწიფე მოცვით, მანდარინის ნაყოფით, რომელიც ჯერ კიდევ არ იყო კარგად განვითარებული და მწიფე მანდარინის ნაყოფი. ლიმონის დაზიანება დაფიქსირდა ზრდასრული *H. Halys*-ის შეეძლო ეკვება პატარა, ჯერ განუვითარებელი ხილით. თხილი მიდრეკილია *H. Halys* კვებით გამოწვეული დაზიანების მიმართ ნაყოფის განვითარების მთელი პერიოდის განმავლობაში (დაზიანებულია ნაყოფები 100% და საერთოდ არ განვითარდა). გარდა ამისა, *H. Halys* სერიოზულ ზიანს აყენებს მოცვს (100% დაზიანება), როდესაც ნაყოფი თითქმის მწიფდება. მანდარინის ნაყოფის დაზიანება მისი განვითარების ადრეულ ეტაპებზე 90%-ზე მეტი იყო, ხოლო მწიფე მანდარინის ნაყოფის 100% მიწაზე იყო დავარდნილი. მათი კვლევის მიზანს შეადგენდა აგრეთვე ადგილობრივი პარაზიტოიდების გამოვლენა თხილის ბაღებში შეგროვილი აზიური ფაროსანას დაპარაზიტებული კვერცხებიდან. მათ მიერ პირველად არის აღნიშნული - *Anastatus bifasciatus* (Hymenoptera: Eupelmidae), საქართველოში, რომელიც ევროპაში (შვეიცარია) ფართოდ არის გავრცელებული *H. Halys* პოპულაციაში (Haye et al. 2015).

ბოლოდროინდელმა კვლევებმა აჩვენა, რომ პირეტროიდული ინსექტიციდები, როგორცაა ბიფენტრინი და დელტამეტრინი, მნიშვნელოვნად ზემოქმედებდნენ Hymenoptera პარაზიტოიდების ბუნებრივ პოპულაციაზე, რამაც გამოიწვია ეკოლოგიური დისბალანსი და კულტურები უფრო მგრძობიარე გახადა მავნებლების მიმართ (Khan & Alhewairini, 2019). ეს კვლევა აჩვენებს, რომ ამ ქიმიკატებს შეუძლიათ გამოიწვიონ თორმეტი განსხვავებული Hymenoptera- ს პარაზიტოიდური ოჯახის პოპულაციის მკვეთრი შემცირება, მათ შორის

Trichogrammatidae, Mymaridae, Aphelinidae, Encyrtidae და *Scelionidae*, რომელთაგან ზოგიერთი შეიცავს პენტატომიდების ბუნებრივ მტრებს.

უნდა აღინიშნოს, რომ წარსულში ენტომოფაგების ინტროდუქციასა და მათ გამოყენებას საქართველოს მცენარეთა დაცვის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის, ბიოლოგიური კონტროლის განყოფილების მეცნიერების, მრავალი სამეცნიერო შრომა მიეძღვნა (Яснош და სხვ. 1994; Табатадзе, 1998; იასნოში და სხვ. 2003; Яснош და სხვ, 2003 a, 2003b). ინტროდუცირებული მტაცებლებიდან აღსანიშნავია:

კოქცინელიდები ანუ ჭიამაიები (*Coccinellidae*), რომელთა ხოჭო და მატლი დიდი რაოდენობით მიირთმევს: ტკიპებს, ბუგრებს, ფსილებს, ალეუროიდიდებს, ცრუფარიანებს, ფარიანების მატლებს და სხვ. საქართველოში ხოჭო როდოლია (*Rodolia cardinalis*) Muls., ინტროდუცირებულია - ავსტრალიური ღარებიანი ცრუფარიანას (აფხაზეთში) წინააღმდეგ ციტრუსოვანთა ნარგაობებში. რომელმაც დიდი საშიშროება შეუქმნა მეციტრუსეობის განვითარება. მის წინააღმდეგ ბრძოლის მიზნით 1931 წელს კაიროდან ლენინგრადში (სანქტ-პეტერბურგი) შემოიყვანეს და ორნჟერიაში გაამრავლეს ჭიამაია როდოლია (*R. cardinalis*), საინტერესოა, რომ 1932-33 წწ. სოხუმის რაიონში, როდოლიას გავრცელების შედეგად ცრუფარიანას დაზიანება პრაქტიკულად ნულამდე შემცირდა. ამის შემდეგ, ეს სასარგებლო მწერი მთელ შავი ზღვის სანაპიროზე გავრცელდა და დიდი სასარგებლო საქმე შეასრულა (Пыриков, 1954).

ხოჭო კრიპტოლემუსი (*Cryptolaemus montrouzieri*) Muls., ასევე დიდი სარგებლობით ხასიათდება ციტრუსების ფქვილისებრი და ბალიშა ცრუფარიანს წინააღმდეგ. წარმატებით იქნა ინტროდუცირებული აშშ-ის სხდასხვა რეგიონებში, ისრაელში და სხვ. საქართველოში 1932 წელს შემოიყვანეს შავი ზღვის სანაპიროზე. ხოჭო ხასიათდება ყინვებისადმი დიდი მგრძობელობით, ამიტომ აფხაზეთსა და აჭარაში მისი აკლიმატიზაცია დიდ სიმძნელებთან არის დაკავშირებული. აუცილებელ პირობას წარმოადგენს მისი ხელოვნური გამრავლება ინსექტარიუმებში და შემდეგ ბუნებაში გაშვება. საქართველოში 1962 წელს ბუნებაში სულ გაუშვეს 500 ათასი კრიპტოლემუსის ხოჭო, ცრუფარიანებით დაზიანებულ

ხეზე 25-100 ხოჭოს გამევა სრულად ასუფთავებს მას მავნებლებისაგან(Ручцов,1954).

ხოჭო ლინდორუსი (*Lindorus lophanthae*)Blaisd., მისი სამშობლო ავსტრალიაა. სასარგებლო თვისებების გამო, საბჭოთა კავშირში და საქართველოში 1947 წელს შემოიყვანეს იტალიიდან. ლინდორუსი იკვებება ფარიანებით: ყავისფერი, კალიფორნიის, სუროს, ყვითელი ნარინჯოვანი ფარიანს, თუთის და სხვ. ლინდორუსის მატლები დღე-ღამეში 15-20 ფარიანს მატლს ანდგურებენ. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს, რომ ლინდორუსი მავნებლით კვების დროს არ ვნებს პარაზიტ *Aphytis*, რაც დადებით თვისებად უნდა ჩითვალოს. ადგილობრივი პარაზიტები და ენტომოფაგები ლინდორუსს არ აზიანებენ. ბუნებრივი პირობებისადმი დიდი გამძლეობა, სქესობრივი პროდუქცია და თაობათა რაოდენობა ქმნის იმის საშუალებას, რომ ლინდორუსი მასობრივად გამრავლდეს და დიდად შეამციროს ფარიანების მიერ გამოწვეული დაზიანება (Гаприндашвили და სხვ.1971; Гаприндашвили, 1971; Чхаидзе, 1982, 1990). შემოყვანილ სახეობებთან ერთად ადგილობრივი სახეობებიც 2-წერტილიანი ჰილოკირუსი(*Chilocorus bipustulatus*), იკვებება ფარიანებით: კალიფორნიის, იისფერ, მძიმისებური და სხვ. ხოჭო ერთი თვის განმავლობაში 300-500 ფარიანით იკვებება; ხოჭო ოთხლაქიანი ეგზოჰომუსი (*Exochomus quadripustulatus*) ფართოდ არის გავრცელებული აღ.საქართველოს ხეხილის ბაღებში,. იკვებება ფარიანებით, ცრუფარიანებით, ცვილისებრი ცრუფარიანებით, ქერმისებით, იშვიათად ბუგრებით; 7-წერტილიანი ჭიამაია(*Coccinella septempunctata*) ხოჭოები იკვებებიან ატმის ბუგრებით(*Myzus persicae* Sulz.); ხოჭო 2-წერტილიანი ჭიამაია (*Adalia bipunctata*) ასევე დიდი მნიშვნელობა აქვს ადგილობრივ მტაცებელ ბუზებს (*Syrphidae*). პარაზიტული მწერებიდან განვიხილავთ რამოდენიმე მათგანს: ორფრთიანთა რაზმში შემავალ ტაქინების ოჯახს (*Tachinidae*). ამ ჯგუფიდან მაგ. აღსანიშნავია *Compsilara conninata* (Diptera:Tachinidae) - ოქროკუდას, არაფარდი პარკხვევიას პეპლების პარაზიტოიდი.

საქართველოში სიფრიფანაფრთიანები (*Ichneumonidae*) - დან დახურული გრუნტის მთავარი და მეტად საშიში მავნებელია სათბურის ანუ ორანჟერეის

ფრთათეთრა - *Trialeorodes vaporariorum* Westw.(Hemiptera,Aleurodidae), რომლის მატლის სპეციალიზირებული პარაზიტოიდია ენკარზია - *Encarsia formosa* Gahan. (Homoptera, aphelinidae). ბიოლოგიური თავისებურებები დეტალურად არის შესწავლილი რ. სხირტლაძეს (Схиртлаძე, 1993) მიერ. მისი მონაცემებით, ფრთათეთრას მატლის პარაზიტოიდი, მიუხედავად იმისა, რომ ჯერ კიდევ 1960 წელს იქნა ინტროდუცირებული საქართველოში (ქ.ბათუმის ბიოლაბორატორია) კანადიდან. მისი მასობრივი გამრავლება და საწარმოო სათბურებში გამოყენება დაიწყო მხოლოდ 1990 წლებიდან. ამჟამად აღდგენილია ანასეულის ბიოლაბორატორია, რომელიც არჭურვილია თანამედროვე ტექნიკით. ის შეიძლება გამოყენებული იყოს ბაზად, სადაც შესაძლებელი იქმენა *T. japonicus*-ის გამრავლება.

3.2 ბკა-ს დამკვიდრების ალბათობა (ანუ დარჩენა უახლოეს მომავალში) ზემოქმედების შეფასების არელაში გაშვების შემდეგ

ახალი აგენტის დამკვიდრები ალბათობის წინაპირობა განისაზღვრება შემდეგი ფაქტორებით: კლიმატი, ტემპერატურა, გამოზამთრება.

კლიმატი შესაბამისი უნდა იყოს იმ ტერიტორიებთან, რომლებსაც აქვთ მჭიდრო შესატყვისობა გაშვების არელთან. კლიმატის შეუსაბამობა ხშირად მოიხსენიება, გაშვებული აგენტების დამკვიდრების წარუმატებლობის სავარაუდო მიზეზად

პარაზიტოიდების განვითარებისა და რეპროდუქციისთვის ოპტიმალურ ტემპერატურას გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება მასპინძელ-პარაზიტოიდების ურთიერთქმედების შესწავლისას, რადგან ის იძლევა ეფექტური ბიოლოგიური კონტროლის პროგრამების განხორციელების საშუალებას კლიმატური ცვლილებების პროცესში, სხვადასხვა გეოგრაფიულ და კლიმატურ რაიონებში.

ბიოფიზიკური ფაქტორები, ამკარად ფუძემდებლური ფაქტორებია, რომლებიც კლიმატის გავლენით იწვევენ ბიოლოგიური აგენტის დამკვიდრებასა და ეფექტურობას. ხშირად დასმული შეკითხვა: რამდენად მნიშვნელოვანია კლიმატის შესაბამისობა ბიოლოგიური კონტროლის აგენტის ეფექტურობის

განსაზღვრისას. ზოგადად მიღებულია, რომ ახალი აგენტის დამკვიდრების წინაპირობა განისაზღვრება კლიმატის შესაბამისობით იმ ტერიტორიებთან, რომლებსაც აქვთ მჭიდრო შესატყვისობა გაშვების არეალთან (მაგ. Messenger and van den Bosch, 1971; Stiling, 1993), ხოლო კლიმატის შეუსაბამობა ხშირად მოიხსენიება, როგორც გაშვებული აგენტების დამკვიდრების წარუმატებლობის სავარაუდო მიზეზი (Clausen, 1978).

ბიოკლიმატური მოდელების საშუალებით ხდება იმის პროგნოზირება, რომ *T. japonicus* შეიძლება დამკვიდრდეს *H. halys*-ით დაინფიცირებულ რაიონებში ევროპასა და ჩრდილოეთ ამერიკაში (Avila and Charles 2018). კლიმატისა და ჰაბიტატის გავლენის ცოდნა ხელს უწყობს მავნებელი მწერების და მათი ბუნებრივი მტრების გავრცელებას და მოძიებას, ზრდის მიზანმიმართულ შემოყვანას, აყალიბებს და აუმჯობესებს შემთხვევითი შემოყვანის რისკის შეფასებას, კლიმატის ცვლილებების შედეგების გათვალისწინებით. ეს მიდგომა შეიძლება გამოყენებულ იქნას სახეობების გავრცელების პროგნოზირებისთვის. სახეობათა დიაპაზონის რუქების შექმნის პრაქტიკა, რომელიც ახალი არ არის (Rapoport 1982) გავრცელებულია ბიოგეოგრაფიაში (Hengeveld 1990; Gaston 2003). როგორც წესი, არილები გამოიყოფა ნიმუშების მონაცემების გამოყენებით და ეს შეიძლება იყოს მათი ადგილობრივი სიმრავლე ან უბრალოდ ყოფნა და არყოფნა (Maurer, 1994). სტატისტიკური მიდგომა თავიდან იცილებს მექანიკური მოდელების შექმნას. ითვლება, რომ თუ ორგანიზმისთვის, რომელიც არ არის ნაპოვნი ფიზიკური ბარიერებით გამოყოფილ უბანში, გარემო პირობები არახელსაყრელია. სახეობების დისპერსიის უნარი, როგორც ლანდშაფტის ფუნქცია, აღწერილია Holt and Keitt, 2000 და Fortin et al. 2005. სახეობების ჰაბიტატისა და კლიმატური მოთხოვნების ცოდნა, შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას სახეობების გავრცელების ალბათობის რუქის შესადგენად, რომელიც დაფუძნებულია ლოგისტიკური რეგრესიისა და პროგნოზირების მოდელებზე (Guisan and Hofer 2003; Sutherst 2003; Loiselle et al. 2003). ეს მიდგომა მოითხოვს მონაცემებს კლიმატის, ჰაბიტატისა და მწერების გავრცელების შესახებ. თავდაპირველად იგეგმებოდა შემოყვანილი ბუნებრივი მტრების შესახებ

მონაცემების გამოყენება, რადგან დამკვიდრების წარმატება/წარუმატებლობა წარმოადგენს მონაცემებს მოდელების ტესტირებისთვის. თუმცა, არსებული წყაროებით მცირეა მონაცემები მავნებლების ბუნებრივი მტრების გავრცელების შესახებ. ბუნებრივი მტრების ჩამოყალიბებისა და ეფექტურობის პროგნოზირებისთვის რეგიონში, სადაც იყო სამიზნე მავნებელი, შეფასდა ახალი მავნებლების დამკვიდრების ალბათობა. ვინაიდან მავნე მწერებისთვის, გავრცელების მონაცემები უფრო უხვი და დეტალურია, მოდელი შემუშავდა და გამოიცადა მავნებლების მონაცემების გამოყენებით. მავნებლებისათვის, პარაზიტოიდების როლი, როგორც ბუნებრივი, ასევე ბიოლოგიური კონტროლის გზით, შეიძლება შეიცვალოს კლიმატის ცვლილების შედეგად. პროგნოზები, როგორც წესი, აჩვენებს მავნებლების გავრცელების და ახალი მავნებლების შემოტევების ზრდას, მაგრამ რამდენიმე მოდელი ითვალისწინებს კლიმატის ცვლილების, გავლენას ბუნებრივ მტრებზე (Hance et al., 2007). მაგლითად, *Halyomorpha halys* პირველად აღმოაჩინეს იუტაში 2012 წელს და 2017 წლიდან ითვლება ხილისა და ბოსტნეულის კულტურების სერიოზულ მავნებლად. ჩრდილოეთ იუტას რეგიონი განსხვავდება თავისი კლიმატით და ტოპოგრაფიით ამერიკის სხვა შტატების უმეტესი ნაწილისგან, დოკუმენტურად დამტკიცებულია ვარაუდი, რომ *T. japonicus* დამკვიდრდება ჩრდილოეთ ამერიკაში (Avila and Charles 2018). ჩრდილოეთ იუტას არიდული ზონის (მშრალი, უწყლო; გვალვიანი), მაღალი სიმაღლის პირობების გათვალისწინებით, რომელსაც ახასიათებს ცივი ზამთარი და ცხელი ზაფხული. თავდაპირველი *T. japonicus* პოპულაციის გამოვლენა გულისხმობს დიაპაზონის გაფართოების პოტენციალს სხვა ადგილებზე, უფრო მაღალმთიან დასავლეთის რეგიონში. ამ შედეგებიდან ჩანს, რომ შესაძლებელია მოხდეს ჩრდილოეთ ამერიკის აღმოსავლეთ და დასავლეთ ოლქებში *T. japonicus* პოპულაციების საბოლოო გადაკვეთა (Jarrett et al. 2019, Talamas et al. 2015b, Milnes et al. 2016). შემდგომი კვლევა ფოკუსირებულია *T. japonicus*-ის გამოზამთრების უნარზე, მათაა შორის დასავლეთში, სადაც ხდება ძლიერი თოვლის დაგროვება და მუდმივად ტემპერატურა ნულამდეა (Lowenstein et al. 2019, Nystrom Santacruz et al. 2017). ფაქტობრივად, 2020 წლის შემდგომი კვლევებით დადასტურდა *T. japonicus*-

ის მუდმივი გამოვლენა და გავრცელება, სოლტ ლეიკის და იუტას ოლქებში (K.Richardson, პირადი კომუნიკაცია). ლაბორატორიული გამოყვანა და გაშვება, კონსერვაციის მცდელობებთან ერთად, არის შემდეგი გადამწყვეტი ნაბიჯები იუტაში, *T.japonicus* პოპულაციების მომავალში დამკვიდრების მხარდასაჭერად. მაგალითისთვის, კვლევები ჩატარდა *T. japonicus* და *T.cultratus* პოპულაციების სიცივისადმი შემგუებლობაზე, რათა შეფასებულიყო პოპულაციების შედარებითი ვარგისიანობა გაშვებამდე.

T. japonicus-ის მიერ დადებული კვერცხების რაოდენობა და ნაყოფიერება ტემპერატურის მატებასთან ერთად იზრდება. *T. japonicus*-ისთვის მაქსიმალურია 31°C-ზე მეტი ან ტოლი ტემპერატურა. სუფთა რეპროდუქციული მაჩვენებლის შედეგების გათვალისწინებით, *T. japonicus* პოპულაციის მაღალი ზრდის ტემპი - მოსალოდნელია ზაფხულის პერიოდში, როდესაც საშუალო ტემპერატურა მერყეობს 26-დან 31°C-მდე, ხოლო პოპულაციის ზრდის ტემპებში განსხვავებები მოსალოდნელია დაბალი ტემპერატურის დროს (Ellers et al., 2001 Yang, 2009). პარაზიტოიდის პოპულაციის ზრდის მკვეთრი ტემპიც კი განიხილება პარაზიტოიდური ეფექტურობის რეალისტურ პროგნოზად (Birch,1948), ეს უნდა იყოს შერწყმული პარაზიტოიდის მიერ მასპინძლის ძიების ეფექტურობასთან, თავდასხმის სიჩქარესთან და ასევე, მათ ფენოლოგიურ სინქრონთან (Hassell,2000).

მაგლითად, აშშ-ს ჩრდილოეთ იუტას რეგიონი განსხვავდება თავისი კლიმატით და ტოპოგრაფიით ამერიკის სხვა შტატების უმეტესი ნაწილისგან. დოკუმენტურად დამტკიცებულია, რომ *T. japonicus* დამკვიდრდება ჩრდილოეთ ამერიკაში მიუხედავად რეგიონის არიდული ზონისა, რომელსაც ახასიათებს ცივი ზამთარი და ცხელი ზაფხული (Avila and Charles 2018).

T.japonicus სახეობა უფრო გამძლეა სიცივის მიმართ, ვიდრე მასპინძელი, *H. halys*. ამრიგად, პოტენციური ბიოლოგიური კონტროლის აგენტის სიცივისადმი ტოლერანტობის ცოდნა შესაძლებელია დაგვეხმაროს მისი გადარჩენისა და ახალ ადგილებში დამკვიდრების შესაძლებლობის შეფასებაში (Daane et al., 2012; Hanson et al., 2013). 2020 წლის შემდგომი კვლევებით დადასტურდა *T. japonicus*-ის მუდმივი გამოვლენა და გავრცელება, აშშ-ს, სოლტ ლეიკის და იუტას ოლქებში.

მთათა შორის დასავლეთში, სადაც ხდება ძლიერი თოვლის დაგროვება და მუდმივად ტემპერატურა ნულამდეა (Lowenstein et al. 2019, Nystrom Santacruz et al. 2017). ლაბორატორიული გამოყვანა და გაშვება, კონსერვაციის მცდელობებთან ერთად, არის შემდეგი გადამწყვეტი ნაბიჯები *T.japonicus* პოპულაციების მომავალში დამკვიდრების მხარდასაჭერად. მაგ. *T. japonicus* და *T. cultratus* ორივე სახეობის პოპულაციის 50% დაილუპა 17,4-დან -20,0 °C-მდე ტემპერატურის დიაპაზონში; *T. japonicus*-ის პოპულაციის 50% გაიყინა -21,4-დან -22,0 °C-მდე ტემპერატურის დიაპაზონში; აღმოჩნდა, რომ ტრისოლკუსის ორივე სახეობა უფრო გამძლეა სიცივის მიმართ, ვიდრე მასპინძელი, *Halyomorpha halys*;

დაბალ ტემპერატურაზე (ცივად) შენახვა - არის პარაზიტოიდების სიცოცხლის გახანგრძლივების და საჭირო მარაგის შესანარჩუნებელი, ბიოლოგიური კონტროლის გავრცელებული მეთოდი (Colinet and Boivin, 2011) ასევე, მასობრივი განმრავლების განუყოფელი პროცესია (Leopold, 1998). მწერების მეტაბოლიზმი შეიძლება შენეღდეს დაბალ ტემპერატურაზე. თუმცა, ცივად შენახვას შეიძლება ჰქონდეს არასასურველი ლეტალური და ქველეტალური ზემოქმედება გამოყვანილ მწერებზე (Colinet and Boivin, 2011). გარდა სიკვდილიანობისა, დაბალმა ტემპერატურამ შეიძლება გამოიწვიოს შემგუებლობის დაკარგვა ან ბიოლოგიური კონტროლის აგენტების ხარისხის შემცირება. ცივი შენახვის გვერდითი მოვლენები შესწავლილი იყო მრავალი პარაზიტოიდისთვის (Colinet and Boivin, 2011), მაგრამ მხოლოდ მცირე სამუშაოა ჩატარებული *T. japonicus*-ის ცივად შენახვაზე (Qiu, 2007). მონაცემებით ჩანს, რომ ამ მეთოდის გამოყენებამ შესაძლებელია *T. japonicus* წარმოების გაფართოებისთვის. კვლევებით დადასტურდა, რომ *T. Japonicus*-ის მოუმწიფებელი ინდივიდები (I,II ხნოვანება) მაცივარში იღუპება, მაგრამ იმაგოები სიცოცხლისუნარიანია.

T japonicus არ რეაგირებს იმავე გამოზამთრების სიგნალებზე, როგორც *H. Halys*. დაბალი ტემპერატურა არის მრავალი პარაზიტოიდის გეოგრაფიული გავრცელების შემზღუდველი ფაქტორი (Hance et al., 2007); ამრიგად, პოტენციური ბიოლოგიური კონტროლის აგენტის სიცივისადმი ტოლერანტობის ცოდნა შეიძლება დაგვეხმაროს მისი გადარჩენისა და ახალ ადგილებში დამკვიდრების

შესაძლებლობის შეფასებაში (Daane *et al.*, 2012; Hanson *et al.*, 2013). ფაქტობრივად, წარმატებული კლასიკური ბიოლოგიური კონტროლის პროგრამები უზრუნველყოფს, პოტენციური ბიოლოგიური კონტროლის აგენტების და სამიზნე მავნებლების ანალოგიურ რეაგირებას ტემპერატურაზე (Goalsby *et al.*, 2005, Hoelmer and Kirk, 2005, Ulrichs and Hopper, 2008), რაც შეიძლება განსხვავდებოდეს ერთი და იგივე სახეობის პოპულაციებში (Cira *et al.*, 2016, Feng *et al.*, 2014, Rochefort *et al.*, 2011) ამისათვის კარგია შევადართოთ გეოგრაფიულად განსხვავებული პოპულაციები იმის დასადგენად, თუ რომელი პოპულაცია შეიძლება იყოს უფრო შესაფერისი შემოყვანისათვის. ამრიგად, ბიოლოგიური კონტროლის ფართოდ მიღებული პრინციპია, რომ ბუნებრივი მტრები შეგროვებული იყოს კლიმატური პირობებში, რომელიც საუკეთესოდ ემთხვევა იმ გარემოს, რომელშიც ისინი დამკვიდრდება (Thompson and Parker 1928; Messenger and van den Bosch 1971; Stiling, 1993; Sutherst 2003; Hoelmer and Kirk 2005).

შეერთებულ შტატებსა (აშშ) და ევროპაში, ბუნებრივი პარაზიტოიდების მიერ *H. halys*-ის კვერცხების დაპარაზიტების ხარისხი დაბალია (Abram *et al.*, 2017) და დაკვირვებებმა აჩვენა, რომ აშშ-ში ის არ გაიზარდა ცხრა წლის განმავლობაში (Dieckhoff *et al.*, 2017). *H. halys*-ის კვერცხების კომბინირებული საშუალო სიკვდილიანობა პარაზიტოიდებისა და მტაცებლების იყო 20%-ზე ნაკლები აშშ-სა და ევროპაში (Abram *et al.*, 2017). ამის საპირისპიროდ, თავის მშობლიურ არეალში, ჩინეთში, (Zhang *et al.* 2017) აღმოჩნდა, რომ *H. halys*-ის კვერცხების 47% პარაზიტირებული იყო საველე პირობებში. *Tr. japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) არის *H. halys*-ის დომინანტური პარაზიტოიდი ჩრდილო-აღმოსავლეთ ჩინეთში (Yang *et al.*, 2009, Zhang *et al.*, 2017). დადგენილია, *H. halys* კვერცხების წლიური საშუალო პარაზიტოიზმი (Yang *et al.* 2009). ამგვარად, შემოყვანილი პარაზიტოიდების გამოყენებით, კლასიკურმა ბიოლოგიურმა კონტროლმა, შეიძლება უზრუნველყოს სამიზნე მავნებლების სიკვდილიანობის გაუმჯობესებული მაჩვენებლები (Dieckhoff *et al.*, 2017). აშშ-ს სოფლის მეურნეობის დეპარტამენტი 2007 წლიდან იკვლევს *T. japonicus*-ის, როგორც კლასიკური ბიოლოგიური კონტროლის აგენტის, შესაძლო გამოყენებას აშშ-ში (Talamas *et al.*,

2015). თუმცა, სანამ კვლევები ტარდებოდა კარანტინის პირობებში, აღმოსავლეთ და დასავლეთ აშშ-ში აღმოჩენილი იქნა ადვენტური პოპულაციები (Hedstrom et al., 2017, Jarrett et al., 2019, Leskey and Nielsen, 2018, Milnes et al., 2016; Northeastern IPMet al. 2015), კანადა, (Abram et al., 2019, Garipey and Talamas, 2019), ევროპა (Peverieri et al., 2018, Stahl et al., 2019). და აშშ-ის ზოგიერთი შტატი გარდა *T. japonicus*-ის კოლონიების კვლევისა, აწარმოებს ადვენტურული პოპულაციების და მინდორში შეგროვილი *T. japonicus*-ის ექსპერიმენტულ გამრავლებას (J. Kaser pers. comm.).

საქართველოში გავრცელებული Pentatomidae-ი და არსებული ბიოლოგიური კონტროლის აგენტების პოტენციალის შეფასების შედეგები, პირველად აღწერილი აქვს გიორგი ჯაფოშვილის და სხვ. 2022 წელს გამოქვეყნებული ჟურნალში „Annals of Agrarian Science” List of species of Pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) in the hazelnut orchards of Sakartvelo (Georgia) and their potential. Parasitoids <http://journals.org.ge/index.php> სინჯები აღებული იყო თხილის ბაღებში საქართველოს ხუთ სხვადასხვა რეგიონში: გურია, აჭარა, სამეგრელო (დასავლეთ საქართველო), ქართლი და კახეთი (აღმოსავლეთ საქართველო). 2019 წელს, სეზონის განმავლობაში, აპრილიდან ნოემბრამდე, მოეწყო რვა დათვალიერება, მინდორში შეგროვილი კვერცხის მასები გადატანილი იყო ლაბორატორიაში. კვლევების დროს შეგროვილი Pentatomidae-ს სახეობებზე, *Trissolcus* spp. იდენტიფიცირებული იყო პირველი ავტორის მიერ (Japoshvili et al. 2021). ვინაიდან *Trissolcus* -ის სახეობების უმეტესობა ოლიგოფაგია და მათ შეუძლიათ ალტერნატიული მასპინძლების დაპარაზიტება, ჩატარდა ლიტერატურული წყაროების გამოკვლევა პალეარქტიკის ზონაში გავრცელებული pentatomid-ების პარაზიტოიდების სიის შესაქმნელად, კავკასიისა და საქართველოს ბიოკონტროლის პოტენციალის შესწავლისათვის. მთელი პალეარქტიკის რეგიონიდან დაფიქსირებული პარაზიტოიდების სახეობა, წარმოდგენილია (ცხრილი 2). (Kozlov et al. 1983. Talamas et al. 2017. Noyes 2019, Powel, G. 2020, Japoshvili et al. 2021). შრომების საფუძველზე. ერთი ვარსკვლავით მონიშნულია კავკასიაში გავრცელებული პარაზიტოიდების სახეობები - ორი ვარსკვლავით საქართველოში გავრცელებული

ცხრილი #1 საქართველოში დარეგისტრირებული pentatomidae სახეობები (Hemiptera: Pentatomidae), პალეარქტიკაში დარეგისტრირებული მათი პარაზტოიდებით

№	Pentatomidae	Parasitoids
1	Aelia rostrata Boh	Platygastroidea
		Trissolcus colemani (Crawford)** Tr. rufiventris (Mayr)* Telenomus chloropus (Thomson)**
		Chalcidoidea
		Ooencyrtus pityocampae (Mercet) O. telenomicida (Vassiliev)**
2	Aelia acuminata L.	Platygastroidea
		Trissolcus basalis (Wollaston) Tr. belenus (Walker)** Tr. colemani (Crawford)** Tr. semistriatus (Nees)** Tr. scutellaris (Thomson)** Tr. rufiventris (Mayr)*
		Chalcidoidea
		Ooencyrtus nigerrimus Ferriere & Voegelé O. pityocampae (Mercet) O. telenomicida (Vassiliev)**
		Platygastroidea
		Telenomus heydeni Mayr*
3	Arma custos F.	Platygastroidea
		Telenomus heydeni Mayr*
4	Apodiphus amygdali Germ	Platygastroidea
		Trissolcus saakowi (Mayr)* Tr. tumidus (Mayr)**
		Chalcidoidea
		Oopristus erganicus Tarla & Doganlar O. tayfursokmeni Tarla & Doganlar O. turkestanicus Skriptshinsky
5	Carpocoris fuscispinus Boh	Platygastroidea
		Trissolcus basalis (Wollaston) Tr. rufiventris (Mayr)* Tr. scutellaris (Thomson)** Telenomus chloropus (Thomson)**
		Chalcidoidea
		Ooencyrtus nigerrimus Ferriere & Voegelé O. pityocampae (Mercet) O. telenomicida (Vassiliev)**
6	Carpocoris pudicus Poda	Platygastroidea
		Trissolcus colemani (Crawford)** Tr. flavipes (Thomson)* Tr. scutellaris (Thomson)** Tr. viktorovi Kozlov**
		Chalcidoidea
		Ooencyrtus nigerrimus O. pityocampae (Mercet) O. telenomicida (Vassiliev)*
7	Dolycoris baccarum L.	Platygastroidea
		Trissolcus belenus (Walker)** Tr. colemani (Crawford)** Tr. mitsukuri (Ashmead) Tr. rufiventris (Mayr)* Tr. scutellaris (Thomson)** Tr. semistriatus (Nees)** Tr. viktorovi Kozlov** Telenomus chloropus (Thomson)**

		Te. heydeni Mayr*
		Chalcidoidea
		Ooencyrtus pityocampae (Mercet) O. telenomicida (Vassiliev)** O. solidis Khlopunov
8	Eysarcoris ventralis Westw	Platygastroidea
		Telenomus chloropus (Thomson)**
9	Eurydaema oleracea L.	Platygastroidea
		Tr. belenus (Walker)** Tr. colemani (Crawford)**
10	Eurydema ornata L.	Platygastroidea
		Trissolcus basalis (Wollaston) Tr. belenus (Walker)** Tr. colemani (Crawford)** Tr. scutellaris (Thomson)* Tr. semistriatus (Nees)** Tr. viktorovi Kozlov**
		Chalcidoidea
		Ooencyrtus telenomicida (Vassiliev)** Anastatus bifasciatus (Goefroy)
11	Eurydema spectabilis Hrv.	Trissolcus viktorovi Kozlov**
12	Eurydema ventralis Kol.	Trissolcus scutellaris (Thomson)** Tr. colemani (Crawford)** Tr. belenus (Walker)**
13	Graphosoma lineatum L.	Platygastroidea
		Trissolcus belenus (Walker)** Tr. colemani (Crawford)** Tr. rufiventris (Mayr)* Tr. scutellaris (Thomson)** Tr. semistriatus (Nees)** Tr. viktorovi Kozlov** Telenomus chloropus (Thomson)**
		Chalcidodidea
		Ooencyrtus gonoceri Viggiani O. nigerrimus Ferriere & Voegele O. pityocampae (Mercet) O. telenomicida (Vassiliev)**
14	Graphosoma semipunctatum F.	Platygastroidea
		Trissolcus basalis (Wollaston) Tr. belenus (Walker)** Tr. bennisi (Voegele) Tr. colemani (Crawford)** Tr. scutellaris (Thomson)** Tr. semistriatus (Nees)**
		Chalcidodidea
		Ooencyrtus gonoceri Viggiani O. nigerrimus Ferriere & Voegele O. pityocampae (Mercet) O. telenomicida (Vassiliev)**
15	Halyomorpha halys Stal	Platygastroidea
		Trissolcus cultratus (Mayr)** Tr. japonicus (Ashmead)
		Chalcidodidea
		Anastatus bifasciatus (Goefroy)** Ooencyrtus telenomicida (Vassiliev)*
16	Holcostethus venalis Wolff.	Platygastroidea
		Trissolcus belenus (Walker)** Tr. colemani (Crawford)**
17	Neottiglossa pusilla Gmel.	Trissolcus colemani (Crawford)**

18	Nezara viridala L.	Platygastroidea
		Trissolcus basalis (Wollaston) Tr. mitsukuriti Ashmead Tr. scutellaris (Thomson)**
		Chalcidoidea
		Ooencyrtus nezarae Ishii Ooencyrtus nigerrimus Ferriere & Voegelé Ooencyrtus papilionis Ashmead Ooencyrtus pityocampae (Mercet) Ooencyrtus telenomicida (Vassiliev)** Anastatus bifasciatus (Geoffroy)** Anastatus japonicus (Ashmead) Acroclisoides sp. Pteromalus sp.
19	Palomena prasina L.	Platygastroidea
		Trissolcus belenus (Walker)** Tr. cultratus (Mayr)** Tr. elasmuchae (Watanabe) Telenomus chloropus (Thomson)** Te. heydeni Mayr*
		Chalcidoidea
		Anastatus japonicus (Geoffroy)** Ooencyrtus telenomicida (Vassiliev)**
20	Palomena viridissima Poda	Platygastroidea
		Telenomus chloropus (Thomson)** Te. heydeni Mayr*
21	Pentatoma rufipes L.	Platygastroidea
		Trissolcus kozlovi Rjachovsky Tr. scutellaris (Thomson)**
22	Rhaphigaster nebulosa Poda	Platygastroidea
		Telenomus heydeni Mayr*
		Chalcididae
		Ooencyrtus pityocampae (Mercet) Anastatus bifasciatus (Geoffroy)**

უნდა აღინიშნოს, რომ ბევრი Trissolcus პარაზიტოიდები იდენტიფიცირებული იყო ტაქსონომიურ გამოკვლევებამდე (Talamas et al. 2017. Tortorici et al. 2020).

საქართველოს თხილის ბაღებში დაფიქსირებული პენტატომიდების სია:

Pentatomidae

Genus *Acanthosoma* Curtis, 1824

1. *Acanthosoma haemorrhoidale* (Linnaeus, 1758) მასალა გამოკვლეულია: საქართველო, გონიო (1), 12.05.2019

Genus *Carpocoris* Kolenati, 1846

2. *Carpocoris fuscispinus* (Boheman, 1850) მასალა გამოკვლეულია: საქართველო, მიგური (4), 10.04.2019; ზაკადორი(1), 6.07.2019.

3. *Carpocoris pudicus* (Poda, 1761) მასალა გამოკვლეულია: საქართველო, შაქრიანი (2), 17.07.2019; 18.06.19; ხობი (1), 11.07.2019.

Genus *Dolycoris* (Mulsant & Rey, 1866)

4. *Dolycoris baccarum* (Linnaeus, 1758) მასალა გამოკვლეულია: საქართველო, მიგური სსსაფლაო (15), 10.04.2019; ფერიას მთა (3), 14.04.2019. შაქრიანი (1), 10.05.2019.

Genus *Elasmucha* (Stal 1864)

5. *Elasmucha betulae* (De Geer,1773), მასალა გამოკვლეულია: საქართველო, ენისელი (1),18.06.2019.

Genus *Eurydema* (Laporte de Castelnau, 1833)

6. *Eurydema oleracea* (Linnaeus,1758) მასალა გამოკვლეულია: საქართველო, შაქრიანი (1),17.05.2019.

7. *Eurydema ornata* (Linnaeus,1758) მასალა გამოკვლეულია: საქართველო, შაქრიანი (4),10.05.2019.

Genus *Graphosoma* (de Laporte, 1832)

8. *Graphosoma lineatum* (Linnaeus,1758) მასალა გამოკვლეულია: საქართველო, შაქრიანი 18.06.2020.

Genus *Halymorpha* Mayr, 1864

9. *Halymorpha halys* (Stal,1855) მასალა გამოკვლეულია: საქართველო, ჯუნესტრი (3),15.07.2019;ზობი (3), 11.07.2019; აგრუნი (1),13.10.2019; ლანჩხუთი (1), 12.04.2019.

Genus *Mustha* Amyot & Serville, 1843

10. *Mustha spinosula* (Lefebvre,1831) მასალა გამოკვლეულია: საქართველო, ისანი(1),26.06.2019.

Genus *Pentatoma* (Olivier, 1789)

11. *Pentatoma rufipes* (Linnaeus,1758) მასალა გამოკვლეულია: საქართველო, წითელმთა (1),15.06.2019.

Genus *Rhaphigaster* Laporte, 1833

12. *Rhaphigaster nebulosa* (Poda,1761), მასალა გამოკვლეულია: საქართველო, ენისელი (1),18.06.2019.

შენიშვნა: ინდივიდების რაოდენობა მოცემულია ფრჩხილებში.

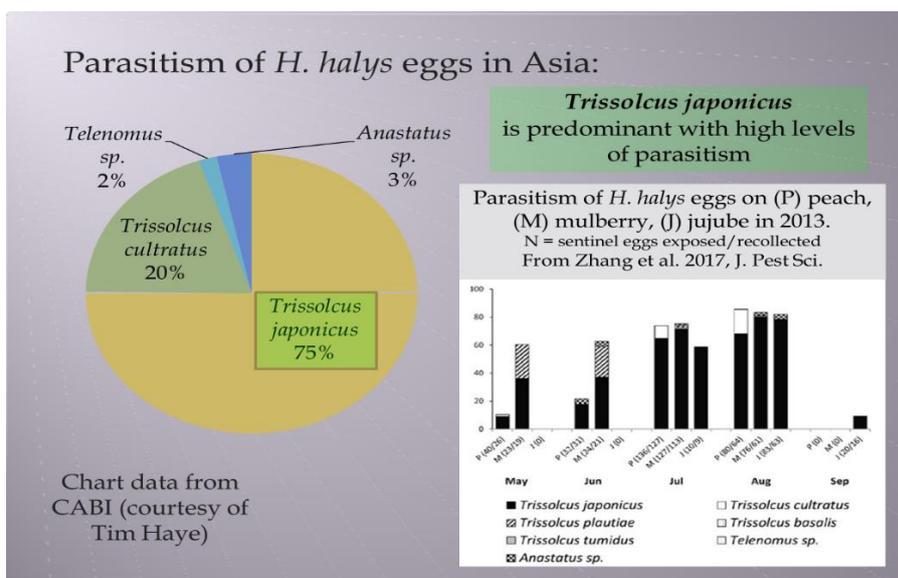
აღნიშნული გამოკვლევებით, საქართველოს თხილის ბაღებში გამოვლინდა pentatomid-ის 12 სახეობა, მათ შორის, ცნობილია სოფლის მეურნეობის და ტყის მცენარეების სხვადასხვა მავნებელი: *Graphosoma lineatum*, *Halymorpha halys*, *Pentatoma rufipes* და *Rhaphigaster nebulosa*. ლიტერატურულ წყაროებში აღწერილია აგრეთვე, *Nezara viridula* (Zaitseva. 1998), რომელიც არ იქნა ნაპოვნი კვლევების დროს თხილის ბაღებში. pentatomid-ის 72 სახეობიდან 21-ს საქართველოში ჰყავს პარაზიტოიდები, Platygastroid და Chalcidoid ოჯახებიდან, პალეარქტიკის რეგიონში კი ისინი 32 სახეობას აღწევს.მათგან მხოლოდ 14 სახეობაა აღწერილი კავკასიიდან და 9 საქართველოდან. ეს მონაცემები ოპტიმისტურ იმედებს იძლევა ბიოლოგიური ბრძოლის მეთოდების მხრივ ისეთ საშიშ მავნე მწერეთან, როგორც არის *Halymorpha halys*. ამიტომ, საჭიროა შემდგომი ინტენსიური გამოკვლევები

მავნებლებთან ბრძოლის ეფექტური კომპლექსური მეთოდების შემუშავებისთვის და ინსექტიციდების მასობრივი გამოყენების შემცირებისათვის.

3.2.3 არის თუ არა ბიოტურ გარემოში ელემენტები (პათოგენები, მტაცებლები, კონკურენტები და ა.შ.), რომლებიც ხელს უშლიან დამკვიდრებას?

ბიოტურ გარემოში *Trissolcus*-ის სახეობებს, სხვადასხვა ადგილობრივ სასარგებლო ორგანიზმების პოპულაციასთან შედარებით შეიძლება ჰქონდეს ოდნავ განსხვავებული შესაძლებლობები, რომელიც ხელს უშლის მის დამკვიდრებას კონკრეტულ გარემოში. მაგ. *T.cultratus*, რომელიც ჩინეთში არის *H. halys*-ის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ბიოლოგიური კონტროლის აგენტი *T. japonicus*-თან ერთად, ევროპაში პირიქით, აჩვენებს უკიდურესად დაბალ პარაზიტობის დონეს, როგორც ლაბორატორიულ, ასევე საველე პირობებში (Haye et al., 2015b). არსებობს ლაბორატორიული დასაბუთება აშშ-დან, რომ *T. japonicus* უპირატესობას ანიჭებს აზიურ ფაროსანას (Lara et al. 2016; Hedstrom et al. 2017), თუნდაც, შემდეგი თაობა ალტერნატიულ მასპინძელზე იყოს აღზრდილი (გამოუქვეყნებელი მონაცემები კიმ ჰოელმერისგან).

სურ. 10. პარაზიტობი *H.halys* კვერცხებზე აზიაში (Zhang et al.,2017)

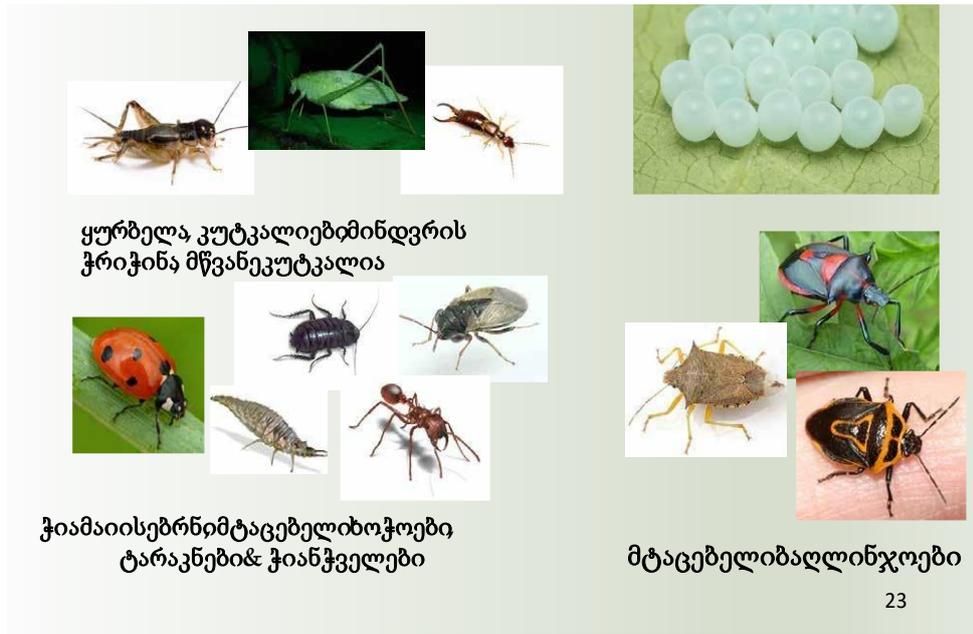


საქართველოს ოთხ რეგიონში: აჭარა, გურია, სამეგრელო და კახეთი აზიური ფაროსანას - *Halyomorpha halys* (Stål)(Hemiptera: Pentatomidae) გავრცელების არეალის დასადგენად (Japoshvili, Arabuli et al.2021) *Trissolcus*-ის სახეობები იდენტიფიცირებული იყო Talamas et al.-ის სარკვევების გამოყენებით (2017) და Tortorici et al. (2019). იხილეთ სურ.6.

ცხრილი.2. საქართველოში გავრცელებული *Trissolcus*-ის სახეობები, პირველად იდენტიფიცირებულია (Japoshvili, Arabuli at al. 2021)

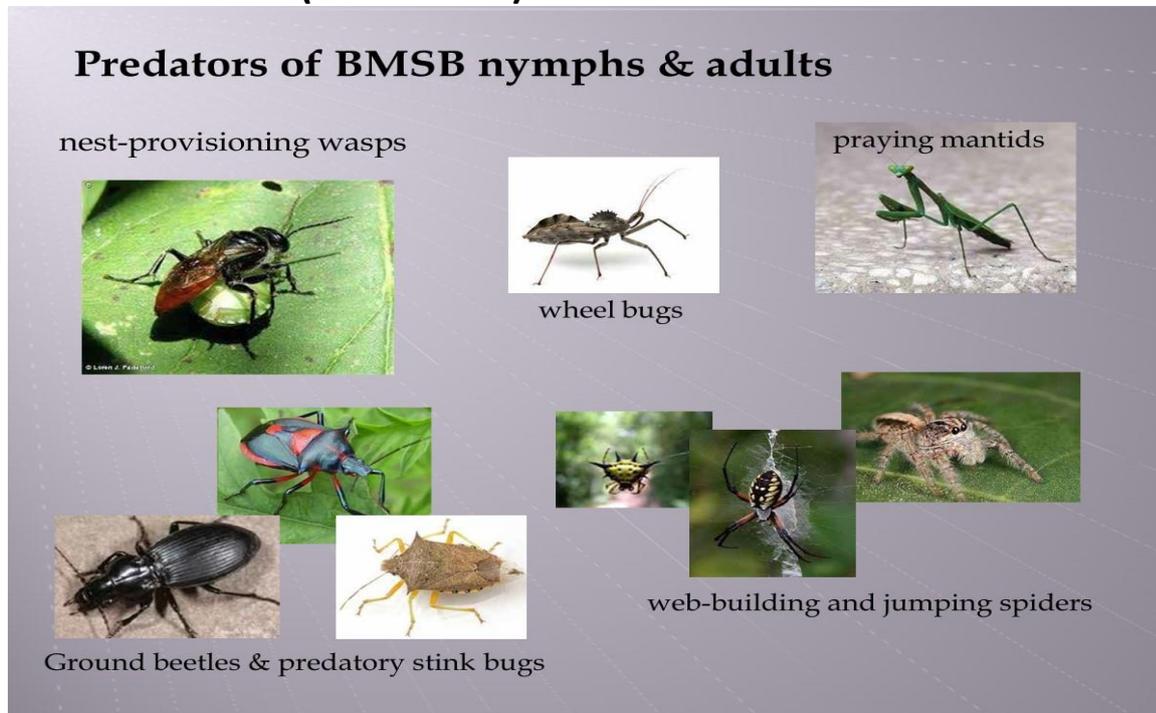
სახეობები	CUID (იდენტიფიკაციის მეთოდი)	გენბანკის მიერთება	მასპინძელი	რეგიონი	ლოკაცია	შეგროვების თარიღი
<i>Trissolcus belenus</i>	FSCA 00,094,799	MW522588		ქართლი	ორთუბანი,17	2019
<i>Trissolcus belenus</i>	FSCA 00,094,800	MW522589		ქართლი	ორთუბანი,17	2019
<i>Trissolcus belenus</i>	FSCA 00,094,802	MW522590		აჭარა	მწვანე ტბა,18	2019
<i>Trissolcus colemani</i>	FSCA 00,094,801	MW522591		კახეთი	შაქრიანი,14	2019
<i>Trissolcus culturatus</i>	FSCA 00,094,803	MW522592	H. halys	გურია	ნაგობილევი,16	2020
<i>Trissolcus culturatus</i>	FSCA 00,094,804	MW522593	H. halys	გურია	ნაგობილევი,16	2020
<i>Trissolcus scutellaris</i>	FSCA 00,094,795	MW522594		აჭარა	მწვანე ტბა,18	2019
<i>Trissolcus semistri</i>	FSCA 00,094,796	MW522595		რაჭა-ლეჩხუმი, ქვემო სვანეთი	ნაგომარი,19	2020

სურ.11. აზიური ფაროსანას კვერცხის მტაცებლები



სურ.12. აზიური ფაროსანას ნიმფების და იმაგოების მტაცებლები

(K. Hoelmer) USDA/ARS -2018



მაგალითისათვის, როდესაც უცხო სახეობის ბიოლოგიური აგენტი ხვდება ახალ გარემოში, ამ ჰაბიტატში მყოფმა არსებულმა ბუნებრივმა მტრებმა შესაძლოა ვერ

დაარეგულირონ მისი პოპულაცია, რადგან ისინი შესაძლოა არ იყვნენ ადაპტირებული მასპინძელთან. აქედან გამომდინარე, საუკეთესო გამოსავალი შეიძლება იყოს უცხო ბიოლოგიური კონტროლის აგენტების გამოყენება, რომლებიც ადაპტირებულები არიან ამ ეგზოტიკურ მავნებელთან. ასეთია *Halyomorpha halys*-ის შემთხვევაც, რომლის სამშობლოა არის აზია და ახლახან შემოიჭრა ევროპასა და ამერიკაში. *Trissolcus japonicus* და *Trissolcus mitsukurii* მთავარ პარაზიტოიდებს შორისაა. ამ უკანასკნელის ადვენტიური პოპულაციები აღმოაჩინეს ჩრდილოეთ იტალიაში, რაც მიუთითებს მათ დამატებით გამოყენებას ბიოლოგიური კონტროლის ფარგლებში. იტალიაში უკვე მიმდინარეობს ანალოგიური პროგრამები *T. japonicus*-თა მიმართებაში. ეს პროცედურა გულისხმობს პარაზიტოიდის გაშვებას მისი პოპულაციის გაზრდისა და ახალ ტერიტორიებზე გავრცელების მიზნით, რომელიც *H. halys*-მა დაიპყრო. თუმცა, ფუნდამენტური ასპექტია რისკის წინასწარი შეფასება ანუ საშიშროების გამოვლენის სისტემატური პროცესი, დაკავშირებული ამ პროცედურებთან. ამ კონტექსტში, კვლევა შეფასებული იყო ორ სუნიან ბალღინჯოს შორის *T. japonicus*-ისა და *T. mitsukurii*-ის უპირატესობებზე. დადგინდა რომ, *T. japonicus* უპირატესობას ანიჭებდა *H. halys*-ის ბუნებრივად გამოყოფილ ნიშნებს, *T. mitsukurii*-მ აჩვენა უფრო მეტი უპირატესობა - *N. Viridula* (Hemiptera:Pentatomidae)-ს სახობაზე ბუნებრივ და სინთეზურ ქიმიურ ნიშნებზე ანუ (სიგნალებზე)(Scala, et al.2022).მცენარის ზედაპირზე გადადაგილებისას მწერები ტოვებენ კვალს, როგორცაა ნახშირწყალბადის ნაერთები, რომლებიც რჩება ნაკვალევს სახით, რაც წარმოადგენს სიგნალს სხვა სახეობებისთვის, მათ შორის, კვერცხის პარაზიტოიდების ჩათვლით (Wäschke, et al.,2013). როდესაც პარაზიტული Hymenoptera აღიქვამს მასპინძლის არსებობის სიგნალებს, იწყება ქცევითი ნაბიჯების სერია.ასეთი ნაბიჯები ითვალისწინებს მასპინძლის ჰაბიტატის მდებარეობას, მასპინძლის ადგილსამყოფელს და მასპინძლის შერჩევას (Godfray, 1994). მასპინძლის შერჩევის განმსაზღვრელ ფაქტორებს შორის ყველაზე მნიშვნელოვანია ინფოქიმიკატები (Vet,1992), რომელიც აღიქმება აქროლადი ნივთიერებების სახით შორ მანძილზე ყნოსვის სისტემის მიერ და მცირე

მანძილზე რეცეპტორებით. ამ გამოყოფილ ნივთიერებებს შეუძლიათ დაინფიცირებული ტერიტორიის და შესაბამისი მასპინძლის სტადიის გამოვლენა (Godfray, 1994). პოტენციური მასპინძლის წარმატებული მოქმედება ყოველივე ზემოთ აღნიშნულზეა დამოკიდებული.

ერთი და იგივე კვერცხის პარაზიტოიდურ სახეობას, სხვადასხვა ადგილობრივ პოპულაციაზე შეიძლება ჰქონდეს ოდნავ განსხვავებული შესაძლებლობები ამ მავნებლის ექსპლუატაციისთვის. ეს ეხება *Trissolcus cultratus*-ს, რომელიც ჩინეთში, როგორც ჩანს, არის *H. halys*-ის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი კონტროლის აგენტი *T. japonicus*-თან ერთად, ხოლო ევროპაში ის აჩვენებს უკიდურესად დაბალ პარაზიტიზმის დონეს, როგორც ლაბორატორიულ, ასევე საველე პირობებში (Haye et al., 2015b).

მაგალითად არასაკმარისი ტაქსონომიური ცოდნა, როგორც მასპინძლის, ასევე, მისი მთავარი ბუნებრივი მტრების, აფელინიდების გვარის პარაზიტოიდების *Aphytis*-ის შესახებ, აფერხებდა მნიშვნელოვან პროგრესს კალიფორნიის წითელი ფარიანის ეფექტური ბუნებრივი მტრების დასამკვიდრებლად 50 წელზე მეტი ხნის განმავლობაში (Rosen, 1986). კრიპტური (ნათესაური) სახეობები კვლავ პრობლემატურია *Aphytis*-ში. მწვანე ბოსტნეულის ბუზი, *Nezara viridula* (L.), კიდევ ერთი მაგალითია *Trissolcus basalis* (Wollaston)-ის რამდენიმე პოპულაცია, რომელიც ითვლებოდა კვერცხის პარაზიტოიდად. ის შემოტანილი იყო სხვადასხვა გეოგრაფიული ადგილებიდან ავსტრალიაში. ზოგიერთ მათგანს მიენიჭა კონტროლისათვის წარმატებული სტატუსი ქვეყნის სხვადასხვა ნაწილში, ხოლო პაკისტანში მიენიჭა *N. viridula*-ს კონტროლისათვის (Clark, 1990). თუმცა, საკონტროლო ნიმუშები ორიგინალური, პაკისტანური მასალისგან მოგვიანებით იქნა იდენტიფიცირებული, როგორც *Trissolcus crypticus* Clarke და არა *T. basalis*. არც ერთ საველე კოლექციაში *T. crypticus*-ის ნიმუშები არ მოიძებნა და ცხადი გახდა, რომ მასალის შემოტანა პაკისტანიდან წარმატებული არ ყოფილა (Clarke, 1993).

პათოგენები: მკერესელიძისა და თანაავტორების მიერ (2023) პირველად აღწერილია საქართველოში პათოგენი მიკროსპორიდიული ორგანიზმი - *Nosema*

maddoxi (Mucrosporidia:Nosematidae)-ის გავრცელება აზიური ფაროსანას პოპულაციებში (*Halyomorpha halys*) გურიის 3, და სამეგრელოს 8 უბანში. გამოკვლევები ჩატარდა შემოდგომაზე და გაზაფხულზე შეგროვებულ ზრდასრულებზე(იმაგოებზე) 2020 წლის შემოდგომიდან 2022 წლის გაზაფხულამდე. ინფექციის გავრცელება განსხვავდებოდა როგორც რეგიონის, ისე სეზონის მიხედვით. გურიის რეგიონის ზრდასრულებში *N. maddoxi*-ის საერთო გავრცელება მნიშვნელოვნად მაღალი იყო, ვიდრე სამეგრელოს რეგიონში. შემოდგომაზე ინფიცირების დონე გურიის რეგიონში გაზაფხულზე მაღალი იყო, მაგრამ სამეგრელოს რეგიონში სეზონების მიხედვით არათანმიმდევრული იყო. ინფექციის დონე არ განსხვავდებოდა სქესის მიხედვით. ისინი ვარაუდობენ, რომ გურიაში პოპულაციის უფრო მაღალი სიმჭიდროვისა და ზრდასრულთა აგრეგაციას ხელს უწყობს, სამეგრელოსთან შედარებით, გურიაში ინფექციის მაღალი დონე აღინიშნებოდა.

აზიური ფაროსანას გამოჩენისთანავე, ლ.ყანჩაველის მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტის ბიოკონტროლის ლაბორატორია ჩაება მავნებლის ბიოეკოლოგიის შესწავლასა და მავნებელთან ბრძოლის ღონისძიებების ძიებაში (ჩხუბიანიშვილი, 2017; კახაძე, 2018); – პათოგენური ორგანიზმების გამოცდისათვის შერჩეული იყო აზიური ფაროსანას განვითარების ფაზა – ნიმფა, გამოცდილი იქნება ხელთარსებული ბიოლოგიური, მიკრობიოლოგიური და ბოტანიკური პრეპარატები; გამოცდილი იქნა ლაბორატორიაში არსებული პათოგენური სოკოები (პროექტი STCU-GNSF 09/5011) და ენტომოპათოგენური ნემატოდები (epn), ადგილობრივი "Geo-nema" (პროექტი 344760 N 3647 (STEP). ამ საშუალებების შემდგომში გამოყენებით იზრდება ფაროსანასაგან მცენარეთა ბიოლოგიური დაცვისათვის უსაფრთხო საშუალებების არსენალი.

აზიური ფაროსანას პოპულაციებზე (დასავლეთ საქართველო, გურია, სამეგრელო, აჭარა) მ.ბურჯანაძის და დისერტანტ ნ. ხარაბაძის (2023წ.) მიერ გამოვლენილია შემდეგი ენტომოფაგები, მტაცებლები - *Rhynocoris iracundus*, *Hierodula transcaucasica*, *Iris polisticica*, *Dermeste* sp., აქედან, დეტალურად იქნა შესწავლილი *Hierodula transcaucasica*. ექსპერიმენტის შედეგად დადგინდა, რომ

ზრდასრული *Hierodula transcaucasica* ერთ დღეში საშუალოდ სამ *H. halys*-ს იმაგოს ანადგურებს, ხოლო მის ნიმფას ერთ საათში შეუძლია სამი აზიური ფაროსანას I-II ასაკის მატლი განადგურება. *Hierodula transcaucasica*-ს ასეთი ხარბი მტაცებლობა, საშუალებას იძლევა, რომ ის გამოვიყენოთ *H. halys*-ს ბიოლოგიური კონტროლისათვის.

პირველად *H. halys* პოპულაციებიდან გამოყოფილია ენტომოპათოგენური სოკოები - *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea* შტამები. დადგენილია მათი სახეობრივი კუთვნილება, მორფოლოგიური შესწავლის საფუძველზე. ფერმენტული ანალიზით დადასტურდა გამოყოფილი შტამების (*Beauveria bassiana* - MB101; MB102; MB104; *Isaria fumosorosea* - MB 103) მაღალი ქიტინაზური, პროტეაზული და ლიპაზური აქტივობები, რაც აუცილებელია მწერის ინფიცირებისათვის, აღნიშნული სხვა შტამებთან ერთად (*Beauveria bassiana* - MB 082; *Isaria* sp. - MB 011, *Metarhizium* sp. - MB 077, ARSEF 8318 -*Beauveria bassiana*, ARSEF 8319 – *Metarhizium* sp.) შესწავლილია, ქართული მიკოპესტიციდის Bover-Ge-ს ეფექტურობა *H. halys*-ს I-II ასაკის ნიმფებზე, ზრდასრულებსა და მწერის მოზამთრე ფაზებზე. დადგენილია, რომ Bover-Ge-ს მაღალი სიკვდილიანობის უნარი 65-90.5%. *H. halys*-ს მიმართ.

T. Japonicus შესაძლოა გადატანილ იქნას ადამიანის აქტივობით, საჰაერო ტვირთებით, ტრანსპორტით და სხვ. მაგ. არ არის ცნობილი, როგორ აღმოჩნდა *T. japonicus* მერილენდში (აშშ). ვარაუდობენ, რომ ინფიცირებული *H. halys*-ის კვერცხები ადვილად იყო გადატანილი დიდ მანძილებზე. გარდა ამისა, *T. japonicus* დაფიქსირდა აზიური Pentatomidae-ის ფართო დიაპაზონზე. ეს სახეობები და მათი მასპინძელი მცენარეები, შესაძლოა ასევე იყვნენ გავრცელების წყაროები. *T. Japonicus* შეუძლია გადარჩეს რამდენიმე თვის განმავლობაში მაგ.: ქერქის ქვეშ, ნიადაგში, ნარჩენებში და ა.შ. გაძლოს მასპინძლის გარეშე და ყველა ამ გზებით მოხვდეს ამა თუ იმ ქვეყანაში Talamas et al.(2015).

ადგილობრივი და ინტროდუცირებული ბუნებრივი მტრების გავლენა *H.halys*-ზე დროთა (დაახლოებით, 10 წელი) განმავლობაში ყალიბდება და იზრდება (K. Hoelmer, USDA/ARS -2018). მაგ. 2020-2022წწ. *T. Japonicus* გაშვების

შემდეგ იტალიაში, სადაც შემთხვევით აღმოჩნდა ადგილობრივი *T. Mitsukurii*-ს პოპულაცია, რომელმაც გაცილებით აგრესიული ქცევა აჩვენა, განავითარა მეტი თაობა, ვიდრე *T. Japonicus*-მა. ორივე სახეობას მოუწია ბრძოლა საკვების მოპოვებისათვის და განსხვავებული შთამომავლობის განვითარება. შედეგებმა აჩვენა, რომ ერთი სახეობის გაშვება საუკეთესო სტრატეგია, ვინაიდან მულტიპარაზიტულმა ქცევამ შეიძლება რეპროდუქციული პოტენციალის შემცირება გამოიწვიოს (Giovannini et al. 2022). *T. japonicus* ბუნებაში ვრცელდება *H. halys*-ის კვერცხნადებზე ან ყვითელ წებოვან ბარათებზე, გაშვების ადგილებიდან სულ მცირე 50 მ მანძილზე. ფოთლების სიხშირემ, სითბომ, მზის სხივების ზემოქმედებამ, კვერცხდების 1,8 მ-ზე დაბალ სიმაღლეზე განლაგებამ, შეიძლება შეზღუდოს *T. japonicus*-ის გავრცელება (Lowenstein et al. 2019). თხილის ბაღებში, ფოთლების ზედაპირის ფართო მოცულობამ შეიძლება გავლენა მოახდინოს საკვების მოპოვებისა და გაბნეულ ნიმუშებზე, რამაც შეიძლება შეზღუდოს *T. japonicus* გაფანტვის მანძილი.

H. halys-თან ერთად, ჩატარებულია შედარებითი ტესტირება 18 არასამიზნე სახეობაზე. 15-ზე დაფიქსირდა *T. japonicus*-ის მიერ დაპარაზიტება, თუმცა უმეტეს შემთხვევაში, არასამიზნე სახეობებზე პარაზიტოზმი ნაკლები იყო. არასამიზნე სახეობებიდან - *Pentatoma rupes* ყველაზე მეტად იყო დაპარაზიტირებული *T. japonicus*-ის მიერ. ეს განპირობებულია იმ ეკოლოგიური ნიშით, რომ *P. rupes*, კვერცხებს დებს ზაფხულის ბოლოს, როდესაც *T. japonicus*-ის პარაზიტოზმი ყველაზე მაღალია. სავარაუდო მასპინძლისა და რეალიზებულ მასპინძლის არეალის შესაფასებლად, გამოიცადა *H. halys*-ის საცდელი კვერცხის მასები 18 ადგილობრივ არასამიზნე სახეობაზე (*Pentatomidae* და *Scutelleridae* (*Hemiptera*:*Pentatomoidea*)) ნამდვილი ბაღლინჯოების ოჯახიდან. არ იყო ნაპოვნი სასარგებლო - *P. maculiventris*-ზე მიზანმიმართული ეფექტების დასაბუთება, იმიტომ, რომ პარაზიტოზმის საერთო მაჩვენებლები ძალიან დაბალი იყო არა სამიზნე მავნებლებზე. ეს შედეგები შეიძლება მიუთითებდეს *T. japonicus*-ის გაბნევაზე გაშვებული ადგილებიდან ან პოპულაციის ნელ ზრდაზე. ეს უკანასკნელი შეიძლება დაკავშირებული იყოს, მიჩიგანში *H. halys*-ის შედარებით

დაბალ დასახლების სიმჭიდროვესთან ან ლაბორატორიული კოლონიის სიმცირესთან. აღმოჩნდა, რომ 4 გვარის ადგილობრივი პარაზიტოიდის ნაკრები, *Anastatus* Motchoulsky (Eupelmidae), *Ooencyrtus* Ashmead (Encyrtidae), *Telenomus* Haliday და *Trissolcus* Ashmead (Scelionidae) თავს ესხმის *H. halys*-ის კვერცხებს ჩრდილოეთ ამერიკაში, მაგრამ ისინი არაეფექტურია, აქვთ პარაზიტიზმის დაბალი მაჩვენებელი (1%) ბოლო 2 ათწლეულის განმავლობაში (Abram et al. 2017).

დიდი ყურადღება ექცევა ბიოლოგიური კონტროლის პროგრამებისთვის ბუნებრივი მტრების გაშვებასთან დაკავშირებულ რისკების მართვას და კვლევის ბიუჯეტური გამართლების აუცილებლობას. ბუნებრივი მტრების ეფექტური შერჩევა სულ უფრო მნიშვნელოვანი ხდება. ბოლო ლაბორატორიულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ მასპინძელი მწერების ქცევის მაჩვენებლებსა და დაპარაზიტების სიხშირეს შორის თანხვედრაა. პოტენციური აგენტების ხელოვნურად გამრავლებისას ეფექტურობის წარმატებით განსაზღვრა მიიღწევა შემდეგი ფაქტორებით-(1) ბუნებრივი მტრის დახასიათება მორფოლოგიური ტაქსონომიის დადგენით ან გენეტიკური მარკერების გამოყენებით, (2) პოტენციური აგენტების კლიმატურ პირობებთან შესაბამისობის განსაზღვრით და (3) შეფასებებით ნახევრად საველე ან საველე ცდების პირობებში საკარანტინო შეფასებების შემდეგ, თუ კი ეს შესაძლებელია მომავალში ფართომასშტაბიანი გაშვებისათვის. ამ პრინციპების გამოყენება განხილულია აშშ-ს ბიოლოგიური კონტროლის პროგრამებში *Bemisia tabaci* (Gennadius), *Lygus* spp. და *Aphis glycines* Matsumura დაკავშირებით. პროექტის სწორი დაგეგმვა და ინტერდისციპლინური თანამშრომლობა ზრდის წარმატების შანსებს (Hoelmer, Kirk, 2005).

ბკა-ს ხელოვნურად გამრავლებისას, ეფექტურობის წარმატებით განსაზღვრა მიიღწევა შემდეგი ფაქტორებით:

- ბუნებრივი მტრის დახასიათება, მორფოლოგიური ტაქსონომიის დადგენით ან გენეტიკური მარკერების გამოყენებით;
- ბკა-ს კლიმატურ პირობებთან შესაბამისობის განსაზღვრა;

- ნახევრად საველე ან საველე ცდების პირობებში საკარანტინო შეფასებების შემდეგ გადაწყვეტილების მიღება, შესაძლებელია თუ არა მომავალში მისი ფართომასშტაბიანი გაშვება.

ნაბიჯი 4 : გადაწყვეტილების მიღება

4.1 იქნება თუ არა ბკა-ს პოზიტიური გავლენა ზემოქმედების შეფასების არეალზე, სამიზნე მავნე ორგანიზმის პოპულაციების შემცირებით და/ან მცენარეთა დაცვის საშუალებებით დამუშავებების/პროცედურების თავიდან აცილება/შემცირება?

ბკა *T. japonicus* -ის გამოყენებას ზემოქმედების შეფასების არეალში, შეიძლება ჰქონდეს მნიშვნელოვანი პოზიტიური ეკოლოგიური ზეგავლენა, *H.halys*-ით მიყენებული ზიანის აღმოფხვრისას, ქიმიური კონტროლის შემცირების გზით. *T. japonicus* -ის გამოყენებამ, შეიძლება დაიცვას, როგორც მიტოვებული, ისე დაცული ბაღების ტერიტორიები, რამაც შეიძლება მინიმუმამდე დაიყვანოს *H. halys*-ის კონტროლთან დაკავშირებული გარემოს დაცვითი ხარჯები. *T. japonicus* -ის გამოყენებით შესაძლებელია *H.halys*-ის მავნეობის ეკონომიკურ ზღვრამდე დაყვანა.

T. japonicus ის გამოყენებით მცირდება *H.halys* გამოწვეული უხერხულობის ფაქტორი, მატერიალური დანაკარგები და სხვ. სავარაუდოა, რომ საქართველოსთვის, სოციალურ-კულტურული სასარგებლო ეფექტები მეტი იქნება, ვიდრე უარყოფითი.

სავარაუდოდ, ბიოლოგიური კონტროლის აგენტის გავლენა ზემოქმედების შეფასების არეალში შეიძლება უმნიშვნელოდ აისახოს ადგილობრივ Pentatomidae-ის სახეობებზე. შესაბამისად ეკოსისტემებზე მავნე ზემოქმედება იქნება უმნიშვნელო.

4.3 სავარაუდოდ ბკა, არ წარმოადგენს რისკს ზემოქმედების შეფასების არეალში, ან რისკი სავარაუდოდ კომპენსირებული იქნება ბკა-ს დამკვიდრებისას, გარემოზე პოზიტიური ეკოლოგიური ზემოქმედებით.

T. japonicus არ წარმოადგენს რისკს ზემოქმედების შეფასების არეალში. რისკი სავარაუდოდ კომპენსირებული იქნება ბკა-ს დამკვიდრებისას, გარემოზე პოზიტიური ეკოლოგიური ზემოქმედებით. გარემოს დაცვის საგენტომ უნდა შეადაროს შემოთავაზებული ბიოკონტროლის აგენტის შემოყვანის სავარაუდო ხარჯები (ეკონომიკური, ეკოლოგიური, სოციალური და კულტურული კრიტერიუმების გამოყენებით) სავარაუდო სარგებელს. თუ აღქმული სარგებელი აჭარბებს შემოყვანის სავარაუდო ხარჯებს, მაშინ შესაძლებელია დამტკიცდეს გაშვება, სტანდარტის შესაბამისად.

რეკომენდირებულია პირობითი გაშვებისათვის გამოყენებულ იქნას საქართველოში მოქმედი სურსათის/ცხოველის საკვების უვნებლობის, ვეტერინარიისა და მცენარეთა დაცვის კოდექსის 75-მუხლის მე-2 ნაწილის შესაბამისად დამტკიცებული მთავრობის დადგენილება #190, ტექნიკური რეგლამენტი - „ცდის, სამეცნიერო კვლევისა და სელექციური სამუშაოებისათვის მავნე ორგანიზმის, მცენარის, მცენარეული პროდუქტებისა და სხვა ფიტოსანიტარული რეგულირებადი ობიექტის საქართველოში შემოტანის წესი“, რომელიც მოიცავს პირველ ეტაპზე გასატარებელ ქმედებებს. ასევე - FAO, ISPM (International Standards for Phytosanitary Measures) N3 გაიდლაინები ბიოლოგიური კონტროლის აგენტებისა და სხვა სასარგებლო ორგანიზმების ექსპორტისთვის, ტრანსპორტირებისთვის, იმპორტისა და გაშვებისათვის.

კლასიკური ბიოკონტროლის აგენტების გაშვება მაგ. ახალ - ზელანდიაში მკაცრად რეგულირდება და უნდა დაამტკიცოს გარემოს დაცვის ორგანომ (EPA), რომელიც ახორციელებს პესტიციდებისა და ახალი, სასარგებლო ორგანიზმების შემოყვანას და გაშვებას, აქტი (HSNO,1996წ.) რეგულირებით, რომლებსაც შეუძლიათ გარემოზე რაიმე უარყოფითი გავლენის მოახდენა (Barratt et al 2007). შემოთავაზებული ბიოკონტროლის აგენტებისთვის, EPA-მ უნდა შეადაროს სავარაუდო ხარჯები შემოჭრის (ეკონომიკური, გარემოსდაცვითი, სოციალური და

კულტურული კრიტერიუმების გამოყენებით) სავარაუდო სარგებელით (რომლებიც ძირითადად ეკონომიკურია, მაგრამ ასევე შეიძლება იყოს სოციალური). თუ აღქმული სარგებელი აჭარბებს ხარჯებს, მაშინ EPA-ს შეუძლია დაამტკიცოს გაშვება.

მოულოდნელად, თვითშემოჭრილი *T.japonicus*-ის პოპულაციები აღმოაჩინეს ბელტსვილში, მერილენდში (აშშ) 2014 წელს, სადაც დამკვიდრდნენ, ველურად ცხოვრობენ რეგიონში და არ არიან ადგილობრივნი. მას შემდეგ *T. japonicus*-ის პოპულაციები გაფართოვდა, სულ მცირე კიდევ ათ შტატში და ბრიტანეთის კოლუმბიაში, კანადაში (Talamas et al. 2015b; Jentsch 2016; Milnes et al. 2016; Ferro 2017; Morrison et al. 2018; Abram et al. 2019). დნმ-იზე ჩატარებულმა ცდებმა დაადასტურა, რომ ეს შემოჭრა განსხვავდება საკარანტინო დაწესებულებებში შენახული პოპულაციებისგან და სავარაუდოდ, იგი აზიური ფაროსანას კვერცხების მასების ან სხვა მასპინძელი სახეობების უნებლიე შემოტანის შედეგია, მავნებლების გავრცელების სხვა არეალიდან (Milnes et al. 2016; Buffington et al. 2018). *T. japonicus* ასევე ახლახან გამოჩნდა ევროპაში, აზიიდან აუხსნელი გზებით (Stahl et al. 2019; Sabbatini Peverieri et al. 2018). ახალ ზელანდიაში *T. japonicus*-ის შემთხვევითი შემოყვანა ნაკლებად სავარაუდო იქნება, ვიდრე აშშ-სა და ევროპაში, პირველ რიგში, ამ ქვეყანაში ცოცხალი მცენარეული მასალის ძალიან მკაცრი კონტროლის გამო.

აღიარეს რა, პოტენციურად მნიშვნელოვანი როლი, რომელიც ბიოკონტროლმა უნდა შეასრულოს ა.ფაროსანას შემოჭრის წინააღმდეგ ბრძოლაში, ახალ ზელანდიაში „ფაროსანას მიმართ შექმნილმა საბჭომ“ განაცხადის საფუძველზე, 2018 წლის მარტში, მიიღო გადაწყვეტლება *T. japonicus*-ის გაშვების თაობაზე. „ფაროსანას მიმართ შექმნილმა საბჭომ“, მასპინძელზე - *H. Halys* პოპულაციაში, წარმოდგენილი ჩატარებული კვლევების შესახებ ინფორმაციით, ეკონომიკური და სოციალური არგუმენტებით. 2018 წლის აგვისტოში, EPA- (გარემოს დაცვის საგენტო)-მ დაამტკიცა გაშვება მკაცრი პირობებით, რომელთაგან ყველაზე მნიშვნელოვანი იყო ის, რომ გაშვებას მოჰყვებოდა ფაროსანას შემოჭრაზე რეაგირება, მზადყოფნის გეგმის შესაბამისად, რომელიც უნდა წარედგინა MPI-ს და

ფაროსანას საბჭოს. დეტალური ინფორმაცია განაცხადის, დაინტერესებული მხარეების გადაწყვეტილების მიღების პროცესის შესახებ თავისუფლად არის ხელმისაწვდომი ონლაინ (EPA 2018). ეს არის პირველი მტკიცებულება, კლასიკური ბიოლოგიური კონტროლის აგენტის გაშვებისა ახალ ზელანდიაში, სამიზნე მავნებლის გამოჩენამდე. ის იძლევა შესაძლებლობას, რომ გამოიყენონ inundative - გამაძლიერებელი ბიოკონტროლი (ეს ნიშნავს ბიოლოგიური კონტროლის აგენტის დიდი რაოდენობით გაშვებას სამიზნე სახეობების რაოდენობასთან შედარებით, სწრაფი ეფექტის მოლოდინში), როგორც ერთერთი საშუალება შემოჭრის ადრეულ ეტაპზე, როდესაც წარმატებული აღმოფხვრის ალბათობა იზრდება სხვადასხვა საშუალებების კომბინაციით (მათ შორის, მაგალითად, ფერომონიანი დამჭერები და პესტიციდები) (Tobin et al. 2014; Liebhold et al. 2016). დიდი რაოდენობით *T. japonicus*-ის გაშვებამ პოტენციურად შეიძლება დიდი წვლილი შეიტანოს მცირე არეალში ლოკალიზებული *H. halys* პოპულაციის წარმატებულ აღმოფხვრაში, განსაკუთრებით იმ არეალში, სადაც ტექნიკურად ან სოციალურად რთულია სხვა მართვის საშუალებებით წვდომა. აზიურ ფაროსანას წარმატებული ღონისძიების შემდეგ, პარაზიტოიდი შესაძლო გადარჩეს ალტერნატიულ მასპინძლებზე, რაც იქნება ერთ-ერთი გასათვალისწინებელი ფაქტორი პროგრამის დასაწყისში. თუ მისი განადგურება შემდგომში ჩაითვალა შეუძლებლად, მაშინ ახალ ზელანდიაში, პოპულაციის შემცირებისა და გრძელვადიანი, ეკოლოგიურად მდგრადი კონტროლის მიღწევისთვის, კლასიკური ბიოკონტროლი გახდება მთავარი სტრატეგია. ნებისმიერ შემთხვევაში, კლასიკური ბიოკონტროლის აგენტის ადრეულ ეტაპზე გაშვება იძლევა მომავალი საინტერესო მეცნიერული შესაძლებლობების პოტენციალს მავნებლების შემოსევის მართვისას.

დასკვნები:

T. japonicus -ის გამოყენებით შესაძლებელია:

- ქიმიური კონტროლის შემცირების გზით მნიშვნელოვანი სასიკეთო ზემოქმედება (ზეგავლენა) ეკოსისტემებზე, რაც ასევე დადებითად იმოქმედებს სასარგებლო ფაუნაზე (ფუტკარი, დამამტვერიანებელი მწერები და ა.შ.);
- *H. halys*-ის პოპულაციის შემცირება ფრას ტერიტორიაზე;
- *H. halys*-ის კონტროლთან დაკავშირებული ხარჯების სავარაუდო შემცირება;
- ადამიანებისა და საზოგადოებისათვის *H. halys*-ით გამოწვეული არასასიამოვნო ფაქტორებისა, და მატერიალური დანაკარგების შემცირება.
- გასათვალისწინებელია, რომ ზემოქმედების შეფასების არელაში *T. Japonicus*-ის პოპულაციას შეიძლება კონკურენცია გაუწიოს ადგილობრივმა ენტომოფაგებმა და მიკროორგანიზმებმა აგრეთვე, შესაძლებელია *T. Japonicus*-მა დააპარაზიტოს ადგილობრივი Pentatomidae სახეობების უმნიშვნელო რაოდენობა.

ამ ფაქტორების გათვალისწინებით, რეკომენდებულია:

- აზიური ფაროსანას -*H. halys* ბუნებრივი მტრის, იაპონური ტრისოლკუსის -*T. japonicus* საქართველოს ტერიტორიაზე შემოყვანა და პირობითი (საკონტროლო) გაშვება.
- *T. japonicus* -ის საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული პოპულაციის გამრავლება და პირობითი (საკონტროლო) გაშვება.
- აზიური ფაროსანას, *H. halys* ბუნებრივი მტრის, იაპონური ტრისოლკუსის *T. Japonicus* ლაბორატორიული გამრავლება (< 72 სთ-იანი ექსპოზიცია) ცივად შენახულ (-60, -80 C⁰ ტემპერატურა) *H. halys*-ის კვერცხებზე. *H. Halys* გამოყვანა ბადისებრ აღზრდილებში (30 x 30 x 60 სმ), თითოეულში 40-60 შერეული სქესის ზრდასრული ინდივიდების მოთავსებით 25 C⁰ ტემპერატურაზე, 50-70%- იანი ტენიანობითა და 16:8 L:D ფოტოპერიოდიზმით;
- *T. Japonicus*-ის პირობითი (საკონტროლო) გაშვება სასურველია მოხდეს ტყის ნაკვეთზე, მინდვრის კიდეებიდან სულ მცირე 10 მეტრის დაშორებით, *H. halys*-ით მჭიდროდ დასახლებულ საკვლევ, საცდელ ტერიტორიებზე გეოგრაფიულად

ახლოს მდებარე ადგილებში, ერთმანეთისაგან მინიმუმ 4 კმ დაშორებით, საცდელი ტერიტორიები შეირჩეს რანდომიზირებულად (შემთხვევითობის პრინციპით);

- *T. Japonicus*-ის გაშვება უნდა მოხდეს *H. halys*-ის კვერცხდების პიკურ პერიოდში, სამჯერადი გამეორებით. გაშვებამდე მინიმუმ 48 საათის განმავლობაში პარაზიტოიდებს უნდა მიეცეთ შეჯვარების საშუალება. გაშვების ნორმა მერყეობს (100-დან 1000 ინდივიდამდე) მასპინძლის დასახლების სიმჭიდროვის გათვალისწინებით.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ალექსიძე გ. 2017. მცენარეთა დაცვა. თბილისი, მეორე გამოცემა, 284 გვ.
2. იასნოში ვ., ჩხაიძე ლ., ტაბატაძე ე., სხირტლაძე რ. 2003. ციტრუსების მავნებლების ბუნებრივი მტრები და ინტეგრირებული დაცვა. აგრარული მეცნიერების პრობლემები.სამეცნიერო შრომათა კრებული,42 გვ.
3. Abram P., Hoelmer K., Acebes-Doria A., Andrews H., Beers E., Bergh J., Bessin R., Biddinger D., Botch P., Buffington M., et al. 2017. Indigenous arthropod natural enemies of the invasive brown marmorated stink bug in North America and Europe. *J Pest Sci* . 2017:90 (4):1009-1020 <https://doi.org/10.1007/s10340-017-0891-7>
4. Abram PK, Talamas EJ, Acheampong S, Mason PG, Gariepy TD. 2019. First detection of the samurai wasp, *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera, Scelionidae), in Canada. *J Hymenopt Res* 68: 29–36
5. Abram P., Mills N., Beers E. 2020.:Classical biological control of invasive stink bugs with egg parasitoids—what does success look like?. *Pest Manag Sci*. 76(6):1980–1992. <https://doi.org/10.1002/ps.5813>
6. Abram PK, Franklin MT, Hueppelsheuser T, Carrillo J, Grove E, Eraso P, Acheampong S, Keery L, Girod P, Tsuruda M, et al. . Adventive larval parasitoids reconstruct their close association with spotted-wing drosophila in the invaded North American range. *Environ Entomol*. 2022:51(4):670–678. 10.1093/ee/nvac019 - DOI - PubMed
7. Avila G., Charles J. 2018 Modelling the potential geographic distribution of *Trissolcus japonicus*: a biological control agent of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*. *Biocontrol* 63:505–518 <https://doi.org/10.1007/s10526-018-9866-8>
8. Bayram A., Ozcan H., Kornosor S. 2005. Effect of cold storage on the performance of *Telenomus busseolae* Gahan (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of *Sesamia nonagrioides* (Lefebvre) (Lepidoptera: Noctuidae) *Biol. Cont.*
9. Bale, J.S., van Lenteren, J.C., Bigler, F. 2008. Biological control and sustainable food production. *Phil. Trans. R. Soc. B* 363: 761-776.
10. Barratt BIP, Berndt LA, Dodd SL, Ferguson CM, Hill RL, Kean JM, Teulon DAJ, Withers TM.2007. BIREA—Biocontrol Information Resource for EPA applicants. [http://www. b3nz.org/birea/](http://www.b3nz.org/birea/).
11. Birch L. 1948 The Intrinsic Rate of Natural Increase of an Insect Population. *The Journal of Animal Ecology*, 1, 15-26.
12. Blackburn TM, Lockwood JL, Cassey P.. The influence of numbers on invasion success. *Mol Ecol*. 2015:24(9):1942–1953. 10.1111/mec.13075 - DOI - PubMed
13. Buffington M., Talamas E., Hoelmer K. 2018. Team *Trissolcus*: integrating taxonomy and biological control to combat the brown marmorated stink bug. *Am Entomol* 64:224–232
14. Borowiec N, Thaon M, Brancaccio L, Cailleret B, Ris N, Vercken E.. Early population dynamics in classical biological control: establishment of the exotic parasitoid *Torymus sinensis* and control of its target pest, the chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*, in France. *Entomol Exp Appl*. 2018:166(5):367–379. 10.1111/eea.12660 - DOI

15. Chen H., Talamas E., Pang H. 2020. Notes on the hosts of *Trissolcus* Ashmead (*Hymenoptera: Scelionidae*) from China. Biodivers Data Journal, 2020 Jun 11; 8:e53786. doi: [10.3897/BDJ.8.e53786](https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e53786).
16. Cira T. et al. 2016. Cold tolerance of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) across geographic and temporal scales. Environmental Entomology, Volume 45, Issue 2, April 2016, pp. 484–491.
17. Cianferoni F., *Graziani F.*, *Dioli P.*, *Ceccolini F.* 2018. Review of the occurrence of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) in Italy, with an update of its European and world distribution. Biologia, 73(1).
18. Clausen, C. 1978. Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: a world review. U.S.D.A. Agricultural Research Service, Agricultural Handbook No. 480.
19. Colinet H., Boivin G. 2011. Insect parasitoids cold storage: a comprehensive review of factors of variability and consequences. Biol. Control
20. Comins H., Wellings P. 1985. Density-related parasitoid sex-ratio: influence on host-parasitoid dynamics. Journal of Animal Ecology, 54, 583-594.
21. Conti E, Salerno G, Bin F, Vinson SB. 2004. The role of host semiochemicals in parasitoid specificity: a case study with *Trissolcus brochymenae* and *Trissolcus simoni* on pentatomid bugs. Biol Control 29:435–444.
22. Costi E. 2018. Biologia e monitoraggio in campo della cimice invasiva *Halyomorpha halys* in Italia e indagini su potenziali antagonisti naturali autoctoni. PhD thesis. Università Emilia Romagna. Danks, H. 1987. Insect Dormancy: An Ecological Perspective. Biological Survey of Canada (Terrestrial Arthropods), University of Minnesota, pp.439.
23. Daane *et al.* 2012. Low temperature storage effects on two olive fruit fly parasitoids. Biocontrol 58 ,(2), pp.175-185. DOI:10.1007/s10526-012-9481-z
24. Dieckhoff C., *Tatmani K.*, *Hoelmer K.A.* 2017. Natural biological control of *Halyomorpha halys* by native egg parasitoids: a multi-year survey in northern Delaware. Journal of Pest Science, 90(4):1-16.
25. Haye T., Goulet H., Mason P., Kuhlmann U 2005. Does fundamental host range match ecological host range? A retrospective case study of a *Lygus* plant bug parasitoid. Biological Control 35: 55–67. doi: [10.1016/j.biocontrol.2005.06.008](https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.06.008)
26. Hoelmer K. Kirk. 2005. Selecting arthropod biological control agents against arthropod pests: can the science be improved to decrease the risk of releasing ineffective agents? Biol. Control, 34, pp.255-264.
27. EFSA .2016. Guidance to develop specific protection goals options for environmental risk assessment at EFSA, in relation to biodiversity and ecosystem services. EFSA Journal 14, 4499, 50 pp.
28. Ellers et al. 2001. Comparative life tables of *Trissolcus japonicus* and *Trissolcus mitsukurii*, egg parasitoids of *Halyomorpha halys*. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2024.105548>
29. EPA (2018) Application and approval to release *Trissolcus japonicus* into New Zealand. <https://www.epa.govt.nz/search/SearchForm?Search=Trissolcus?japonicus>. Accessed March 2019.

30. EPPO 1993. Standard PM 5/1(1): Check-list of information required for pest risk analysis. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 23, 191–198.
31. EPPO 1999. Standard PM 6/1(1): First import of exotic biological control agents for research under contained conditions. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 29, 271–272.
32. EPPO 2001. Standard PM 6/3(4): List of biological control agents widely used in the EPPO region. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 32, 447–461.
33. EPPO 2011. Standard PM 5/3(5): Decision-support scheme for quarantine pests. EPPO Global database <https://gd.eppo.int/standards/PM5/> [accessed on 1 July 2018]
34. EPPO 2014. Standard PM 6/2(3): Import and release of nonindigenous biological control agents. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 44, 320–329.
35. FAO 2005. ISPM 3: Guidelines for the export, shipment, import and release of biological control agents and other beneficial organisms. Rome, Italy.
36. FAO 2013. ISPM 11: Pest risk analysis for quarantine pests. Rome, Italy. <http://www.fao.org/3/a-j5365e.pdf> [accessed on 1 June 2018]
37. FAO 2017. Glossary of Phytosanitary Terms, ISPM 5. IPPC Secretariat, FAO, Rome (IT). <https://www.ippc.int/en/publications/622/> [accessed on 8 March 2018]
38. Ferro J. 2017. Stink bug killers: Scientists to release Samurai wasps. Discovery of wasps in Ulster County is likely to speed process across New York. <http://www.stopbmsb.org/more-resources/bmsb-in-the-news/stink-bug-killers-scientists-to-release-samurai-wasps/>.
39. EPA (2018) Application and approval to release *Trissolcus japonicus* into New Zealand. <https://www.epa.govt.nz/search/SearchForm?Search=Trissolcus?japonicus>. Accessed March 2019.
40. Godfray H. 1994. *Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology*, Princeton University Press Books: Princeton, NJ, USA, ISBN 978-0-691-0004. Fortin M., Keitt T., Maurer B., Taper M., Kaufmann D., Blackburn T. 2005. Species' geographic ranges and distributional limits: pattern analysis and statistical issues. *Oikos* 108:7
41. Gaston K. 2003. The structure and dynamics of geographic ranges. Oxford University Press. Guisan A., Hofer U. 2003. Predicting reptile distributions at the mesoscale: relation to climate and topography. *J Biogeogr* 30:1233–1243.
42. Goolsby *et al.* J.A. 2005. Post-release evaluation of biological control of *Bemisia tabaci* biotype “B” in the USA and the development of predictive tools to guide introductions for other countries. *Biol. Control*
43. Hance T. *et al.* 2007. Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective *Annu. Rev. Entomol.* 2007, 52, pp.107–126
44. Hanson A.A. *et al.* 2013. Cold tolerance of Chinese emerald ash borer parasitoids: *Spathius agrili* Yang (Hymenoptera: Braconidae), *Tetrastichus planipennis* Yang (Hymenoptera: Eulophidae), and *Oobius agrili* Zhang and Huang (Hymenoptera: Encyrtidae) *Biol. Control*. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.08.015>
45. Haye T., Fischer S., Zhang J., Garipey T. 2015. Can native egg parasitoids adopt the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae), in Europe? *J Pest Sci* 88:693–705.

46. Hoelmer K., Kirk A. 2005. Selecting arthropod biological control agents against arthropod pests: can the science be improved to decrease the risk of releasing ineffective agents? *Biol Control* 34:255–264.
47. Haye T., Moraglio S., Tortorici F., Marazzi C., Garipey T., Tavella L. 2023 Does the fundamental host range of *Trissolcus japonicus* match its realised host range in Europe? *Journal of Pest Science*. <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01638-0>
48. Hassell M. 2000. Host–parasitoid population dynamics. *Journal of Animal Ecology* <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2000.00445.x>
49. Hedstrom C, Lowenstein D, Andrews H, Bai B, Wiman N. 2017. Pentatomid host suitability and the discovery of introduced populations of *Trissolcus japonicus* in Oregon. *J Pest Sci* 90:1169–1179
50. Hengeveld R. 1990. *Dynamic and biogeography*. Cambridge Univ. Press, 250 pp.
51. Holthouse M., Schumm Z., Talamas E., Spears L., Alston D. 2020. Surveys in northern Utah for egg parasitoids of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) detect *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae). *Biodiversity Data Journal* 8: e53363. <https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e53363> 2020 13 Aug.
52. Holt R., Keitt T. 2000. Alternative causes for range limits: a metapopulation perspective. *Ecol Lett* 2:41–47
53. Japoshvili G., Arabuli T., Salakaia M., Tskaruashvili Z., Kirkitadze G., Talamas E. 2021. Surveys for *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) and its biocontrol potential by parasitic wasps in the Republic 228 E. Talamas et al. *Annals of Agrarian Science* 20 (2022) 225-231 of Georgia (Sakartvelo). *Phytoparasitica*. Online. <https://doi.org/10.1007/s12600-021-00949-1>
54. Jarrett BJ, Pote J, Talamas E, Gut L, Szucs M.. The discovery of *Trissolcus japonicus* (Hymenoptera: Scelionidae) in Michigan. *Gt Lakes Entomol.* 2019:52:5.
55. Jenner W., Kuhlmann U., Miall J., Cappuccino N., Mason P. 2014 Does parasitoid state affect host range expression? *Biological Control* 78: 15–22. doi: [10.1016/j.biocontrol.2014.07.005](https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.07.005) Jentsch P (2016) BMSB News: The invasive parasitic wasp, *Trissolcus japonicus*, recently found in New York State. <https://blogs.cornell.edu/jentsch/2016/09/19/bmsb-newsthe-invasive-parasitic-wasp-trissolcus-japonicus-recentlyfound-in-new-york-state/>.
56. Jentsch, Peter (Winter 2017). "Expanding the Range of the Samurai Wasp, *Trissolcus japonicus*, in New York Orchards" (PDF). *Fruit Quarterly*. **25** (4). New York State Horticultural Society. Retrieved December 3, 2019.
57. Kozlov, M., Kononova S. 1983. Telenominae of the fauna of the USSR. Nauka, Leningrad. 336 pp.
58. Kereselidze M., Aleksidze G., Haye T. 2018. First record native parasitoid attacking *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in Georgia. *Bulletin of Georgian Academy of Agricultural Sciences*, N1 (39), p.127-130.
59. Kereselidze M., Pilarska D., Linde A. 2019. First Record of a Microsporidium in the Population of Brown Marmorated Stink Bug *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Heteroptera: Pentatomidae) in the Republic of Georgia. *Acta Zoologica Bulgarica*, 71 (3), 2019: 427-432

60. Kereselidze M., Pilarska D., Guntadze N., Lindes A. 2022. *Halyomorpha halys* Stål, (Hemiptera: Pentatomidae) feeding effects on some agricultural fruits in Georgia. *Turk J Zool* 46: 298-303, TÜBİTAK doi:10.55730/1300-0179.3058.
61. Kereselidze M., Pilarska D., Linde A, Neil D. Sanscrainte& A. Hajek E. 2020. *Nosema maddoxi* infecting the brown marmorated Stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), in the Republic of Georgia, *Biocontrol Science and Technology*, DOI: 10.1080/09583157.2020.1787346
62. Kereselidze M., Pilarska D., Ujmajuridze L., Linde A., Guntadze N. and Hajek A. 2023. Seasonal prevalence of *Nosema maddoxi* infection in *Halyomorpha halys*, an invasive pest of hazelnut orchards in Georgia. *Acta Hortic.* 1379, 449-454 DOI:10.17660/ActaHortic.2023.1379. 64
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2023.1379.64>
63. Kriticos D., Kean J., Phillips C., Senay S., Acosta H. 2017. The potential global distribution of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, a critical threat to plant biosecurity. *J Pest Sci* 90:1033–1043
64. Lee D., Short B., Nielsen A., Leskey T. 2014. Impact of organic insecticides on the survivorship and mobility of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) in the Laboratory. *Florida Entomologist* 97 (2): 414-421.
<https://doi.org/10.1653/024.097.0211>
65. Lara J, Pickett C, Ingels C, Haviland D, Grafton-Cardwell E, Doll D, Bethke J, Dara S, Hoddle M . 2016. Biological control program is being developed for brown marmorated stink bug. *Calif Agric* 70:15–23
66. Leskey T., Lee D., Short B., Wright S. 2012a. Impact of insecticides on the invasive *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): Analysis of insecticide lethality. *Journal of Economic Entomology* 105 (5): 1726-1735.
<https://doi.org/10.1603/EC12096>
67. Leskey T., Short B., Butler B., Wright S. 2012b. Impact of the invasive Brown Marmorated Stink Bug, *Halyomorpha halys* (Stål), in Mid-Atlantic tree fruit orchards in the United States: Case studies of commercial management. *Psyche: A Journal of Entomology* 2012: 1-14. <https://doi.org/10.1155/2012/535062>.
68. Leskey T., Short B., Lee D. 2014. Efficacy of insecticide residues on adult *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) mortality and injury in apple and peach orchards. *Pest Management Science* 70 (7): 1097-1104.
<https://doi.org/10.1002/ps.3653>
69. Liebhold A., Berec L., Brockerhoff E., Epanchin-Niell R., Hastings A., Herms D., Kean J., McCullough D., Suckling D., Tobin P., Yamanaka T. 2016. Eradication of invading insect populations: from concepts to applications. *Annu Rev Entomol* 61:335–352
70. Linder S., Jarrett B.J., Szűcs M. Non-target attack of the native stink bug, *Podisus maculiventris* by *Trissolcus japonicus*, comes with fitness costs and trade-offs *Biol Control* 2023., 177 p.

71. Loiselle B., Howell C., Graham C., Goerck J., Brooks T., Smith K., Williams P. 2003. Avoiding pitfalls of using species distribution models in conservation planning. *Conserv Biol* 17:1591–600.
72. Lowenstein D., Andrews H., Hilton R., Kaiser C., Wiman N. 2019. Establishment in an introduced range: dispersal capacity and winter survival of *Trissolcus japonicus*, an adventive egg parasitoid. *Insects* 10 (12): 443. <https://doi.org/10.3390/insects10120443>.
73. Matsuo K., Honda T., Itoyama K., Toyama M., Hirose Y. 2016. Discovery of three egg parasitoid species attacking the shield bug *Glaucias subpunctatus* (Hemiptera: Pentatomidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* (in Japanese, English abstr.) 60: 43–45.
74. Maurer B. 1994. Geographical population analysis: tools for the analysis of biodiversity. Blackwell. Messenger PS, van den Bosch R (1971) The adaptability of introduced biological control agents. In: Huffaker CB, Messenger PS (eds) *Theory and practice of biological control*. Academic Press, New York, pp. 68–92
75. Messenger P., van den Bosch R. 1971. The adaptability of introduced biological control agents. In: Huffaker CB, Messenger PS (eds) *Theory and practice of biological control*. Academic Press, New York, pp 68–92.
76. Milnes JN, Wiman NG, Talamas EJ, Brunner JF, Hoelmer KA, Buffington ML, Beers EH (2016) Discovery of an exotic egg parasitoid of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Sta^ol) in the Pacific Northwest. *Proc Entomol Soc Wash* 118:466–470
77. Morrison WR III, Blaauw BR, Nielsen AL, Talamas E, Leskey TC. 2018. Predation and parasitism by native and exotic natural enemies of *Halyomorpha halys* (Sta^ol) (Hemiptera: Pentatomidae) eggs augmented with semiochemicals and differing host stimuli. *Biol Control* 121:140–150.
78. Nystrom Santacruz E., Venette R., Dieckhoff Ch., Hoelmer K., Koch R. 2017. Cold tolerance of *Trissolcus japonicus* and *T. cultratus*, potential biological control agents of *Halyomorpha halys*, the brown marmorated stink bug. *Biol. Control* .(2017)
79. Society of Washington 118 (3): 466 – 470. <https://doi.org/10.4289/0013-8797.118.3.466> Morrison WR III, Blaauw BR, Nielsen AL, Talamas E, Leskey TC. 2018. Predation and parasitism by native and exotic natural enemies of *Halyomorpha halys* (Sta^ol) (Hemiptera: Pentatomidae) eggs augmented with semiochemicals and differing host stimuli. *Biol Control* 121:140–150.
80. Noyes, J., 2019. Universal Chalcidoidea Database. World Wide Web electronic publication (accessed 25.09.2021). <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids> Powel G. 2020. The biology and control of an emerging shield bug pest, *Pentatoma rufipes* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). *Agricultural and Forest Entomology*, DOI: 10.1111/afe.12408
81. Nystrom Santacruz E, Venette R, Dieckhoff C, Hoelmer K, Koch RL. 2017. Cold tolerance of *Trissolcus japonicus* and *T. cultratus*, potential biological control agents of *Halyomorpha halys*, the brown marmorated stink bug. *Biol Control* 107:11–20
82. OEPP/EPPO 2018, *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 48, 352–367

83. Powel, G. 2020. The biology and control of an emerging shield bug pest, *Pentatoma rufipes* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). *Agricultural and Forest Entomology*, DOI: 10.1111/afe.12408
84. Qiu LF., Yang ZQ., Tao WQ. (2007) Biology and population dynamics of *Trissolcus halyomorphae*. *Sci Silvae Sin* 43:62–65.
85. Quinn NF, Talamas EJ, Acebes-Doria AL, Leskey TC, Bergh JC. 2019. Vertical sampling in tree canopies for *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) life stages and its egg parasitoid, *Trissolcus japonicus* (Hymenoptera: Scelionidae). *Environ Entomol* 48:173–180
86. Rapoport E. 1982. *Areography: geographical strategies of species*. Pergamon Press. 269 pp.
87. Roversi PF., Marianelli L., Costi E., Maistrello L., Sabbatini PG. 2016. Searching for native egg-parasitoids of the invasive alien species *Halyomorpha halys* Stål (Heteroptera Pentatomidae) in Southern Europe. *Redia* 99:63–70
88. Sabbatini Peverieri G., Talamas E., Bon M., Marianelli L., Bernardinelli I., Malossini G., Benvenuto L., Roversi F., Hoelmer K. 2018. Two asian egg parasitoids emerge in Italy on *Halyomorpha halys*: *Trissolcus mitsukurii* (Ashmead) and *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae). *J Hym Res* 67:37–53
89. Scala, M., Fouani J., Zapponi L., Mazzon K., Well E., Biondi A., Baser N., Verrastro V., Anfora G. 2022. Attraction of Egg Parasitoids *Trissolcus mitsukurii* and *Trissolcus japonicus* to the chemical cues of *Halyomorpha halys* and *Nezara viridula*. *Insects* 2022, 13(5), 439; <https://doi.org/10.3390/insects13050439>
90. Simaz O., Michaelson J., Wilson J., Talamas E., Gut L., Pote J., SzűcsField M. 2023. releases of the exotic parasitoid *Trissolcus japonicus* (Hymenoptera: Scelionidae) and survey of native parasitoids attacking *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in Michigan. *Environmental Entomology*, Volume 52, Issue 6, December 2023, Pages 998–1007, <https://doi.org/10.1093/ee/nvad102>.
91. Stahl J., Tortorici F., Pontini M., Bon M., Hoelmer K., Marazzi C., Tavella L, Haye T. 2019. First discovery of adventive populations of *Trissolcus japonicus* (Ashmead) in Europe. *J Pest Sci* 92:371–379
92. Stiling P. 1993. Why do natural enemies fail in classical biological control programs? *Am Entomol.*, 39, pp.31–37.
93. Sutherst R. 2003. Prediction of species geographical ranges. *J Biogeogr.*, 30, pp.805–816
94. Talamas E., Johnson N., Buffington M. 2015. Key to Nearctic species of *Trissolcus* Ashmead (Hymenoptera, Scelionidae), natural enemies of native and invasive stink bugs (Hemiptera, Pentatomidae). *Journal of Hymenoptera Research* 43: 45–110. doi:10.3897/JHR.43.8560
95. Talamas E., Herlihy M., Dieckhoff C., Hoelmer K., Buffington M., Bon M., Weber D. 2015b *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera, Scelionidae) emerges in North America. *Journal of Hymenoptera Research* 43: 119 -128

96. Talamas E., Buffington M., Hoelmer K. 2017 Revision of Palearctic *Trissolcus* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). In: Talamas EJ, Buffington ML (Eds) *Advances in the Systematics of Platygastroidea*. Journal of Hymenoptera Research 56: 3–185
97. Thompson WR, Parker HL 1928. The European corn borer and its controlling factors in Europe. US Department of Agriculture Technical Bulletin 59, Washington, DC.
98. Tobin P., Kean J., Suckling D., McCullough D., Herms D., Stringer L. 2014. Determinants of successful arthropod eradication programs. *Biol Invasions* 16:401–414
99. Tortorici F., Talamas E., Moraglio S., Pansa M., Asadi-Farfar M., Tavella L., Caleca V. 2019. A morphological, biological and molecular approach reveals four cryptic species of *Trissolcus* Ashmead (Hymenoptera, Scelionidae), egg parasitoids of Pentatomidae (Hemiptera). In: Talamas E (Eds) *Advances in the Systematics of Platygastroidea II*. Journal of Hymenoptera Research 73: 153–200
100. Utah Climate Center (2020) ClimateData <https://climate.use.edu/mapGUI/mapGUI.php> <https://doi.org/10.3897/JHR.43.4661>
101. Ulrichs C., Hopper K. 2008. Predicting insect distributions from climate and habitat data. *BioControl* 53,(6),pp.881-894.
102. Vet L., Dicke M. 1992. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annu. Rev. Entomol.* , 37, 141–172.
103. Wäschke N., Meiners T., Rostás M. 2013;. Foraging strategies of parasitoids in complex chemical environments. In *Chemical Ecology of Insect Parasitoids*; John Wiley & Sons, Ltd.: Hoboken, NJ, USA, pp. 37–63. ISBN 978-1-118-40958-9.
104. Yang Z-Q., Yao Y-X., Qiu L-F., Li Z-X (2009) A new species of *Trissolcus* (Hymenoptera: Scelionidae) parasitizing eggs of *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in China with comments on its biology. *Ann Entomol Soc Am* 102: 39–47.
105. Zaitseva I. (1998). Synopsis on the fauna of heteropterans of Georgia. Georgian Academy of Science, 2, 76.
106. Zhang J., Zhang F., Garipey T., Mason P., Gillespie D., Talamas E., Haye T. (2017) Seasonal parasitism and host specificity of *Trissolcus japonicus* in northern China. *J Pest Sci* 90:1127–1141
107. Табатадзе Е. 1998. Экологические факторы регуляции численности палочковидной щитовки. Сборник Экология и жизньЭ, Новгород, вып.3,3 ст.60-61.
108. Гаприндашвили Н., Исарлишвили С., Хучуа И.,1971. Распространенные на главных вредителях субтропических культур энтомопатогенные грибы в зоне Черноморского побережья Грузии. Махарадзе, Анасеули.,№5,ст.86-91.
109. Рубцов И., 1954. Вредители цитрусовых и их естественные враги. Изд.Акад.наук.СССР М-Л., с. 253.
110. Схиртладзе, 1993. Диссертационная работа „Тепличная белокрылка и применение энкарзии для биологической борьбы с ней в Грузии “ ,Тбилиси, с.159.

111. Чхаидзе Л.1982. Сравнительная оценка распространения коричневой и желтой щитовок и их естественных врагов в Западной Грузии. Всесоюзная школа молодых ученых и специалистов.Тез.докл.М.,с.91-92.
112. Чхаидзе Л. 1990. Биологические обоснования использования энтомофагов для регуляции численности коричневой и желтой щитовок-вредителей цитрусовых культурю Автореф.канд.дисс.,Тбилиси,с.24.
113. Яснош В., Чхаидзе Л., Табатадзе Е., Хучуа И. 1994. Значение природных популяций естественных врагов и их использование для популяции численности вредителей цитрусовых в Грузии. Материалы Всероссийского научно-производственного совещания. Краснодар, ч.1В сб.:» Экономические безопасные и беспестицидные технологии получения. Растениеводческой продукции» Пушино, ст.46-49.
114. Яснош В., Чхаидзе Л., Табатадзе Е. 2003а. Экологические особенности насекомых энтомофагов и энтомопатогенных грибов, интродуцированных в Грузию. Акад. сельскохозяйственных наук Грузии, Научно-исследовательский институт защиты растений им. Канчавели, Сборник Научных трудов, т.XXXVI,ст.27-33.
115. Яснош В., Чхаидзе Л., Табатадзе Е. 2003б. Полезные насекомые – энтомофаги в цитрусовых насаждениях Грузии. Материалы региональной научной конференции, посвященной 60-летию института зоологии НАН РА – Исследование и охрана животного мира Южного Кавказа. Ереван, ст.171-175.

პარაზიტოიდის - *Trissolcus japonicus* (Hymenoptera: Scelionidae) საველე გაშვების მეთოდიკა *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae)-ის მიმართ და ადგილობრივი პარაზიტოიდების მოქმედების კვლევა მიჩიგანში (Simaz et al. 2023).

პარაზიტოიდის, *T. japonicus* (Hymenoptera: Scelionidae) საველე გაშვება და *H. halys* (Hemiptera: Pentatomidae)-ზე ადგილობრივი პარაზიტოიდების მოქმედების კვლევის გათვალისწინებით, მიჩიგანში (აშშ, Simaz et al. 2023). *H. halys* პირველად აღმოაჩინეს მიჩიგანში 2010 წელს, ხოლო *T. japonicus* კი 8 წლის შემდეგ (Jarrett et al. 2019). პარაზიტოიდი, სავარაუდოდ, მეზობელი ოკაიოდან შემოიჭრა, სადაც ის სულ რაღაც ერთი წლით ადრე აღმოაჩინეს (Northeastern IPM Center, 2022). მიჩიგანში, ფართომასშტაბიანი ნიმუშების აღების მიუხედავად, რომელიც მოიცავდა *H. halys*-ის 189 ინდივიდის კვერცხდებს 10 საველე ადგილზე განთავსებისას, *T. japonicus* მხოლოდ ერთ ადგილას იქნა აღმოჩენილი, სადაც 1 *H. halys*-ის კვერცხებიდან - 3 მდედრი და 2 მამრი გამოფრინდა (Jarrett et al. 2019). ამ პირველი გამოვლენიდან შეიქმნა *T. japonicus*-ის კოლონიები ლაბორატორიაში და მათი გაშვება 2019 - 2020 წლებში განხორციელდა. ეს გაშვება შეიძლება კლასიკური ბიოლოგიური კონტროლის ინტროდუქციად ჩაითვალოს იმის გათვალისწინებით, რომ ეგზოტიკური პარაზიტოიდული სახეობა ახალ ადგილებში გადანაწილდა.

2019 წელს, ბკა -ს გამოყენების მიზანი იყო გაშვების ნორმის დადგენა, ხოლო 2020 წელს გაშვების ჯერადობის დაზუსტება, წარმატებული დამკვიდრებისთვის. ამ მექანიზმების შემოწმებისათვის, ცოტა რამ იყო ცნობილი. თუ როგორ უნდა გავუშვათ ბიოლოგიური კონტროლის აგენტები, მათი დამკვიდრების უზრუნველსაყოფად. მწერი მავნებლების წინააღმდეგ. მტაცებლებისა და პარაზიტოიდების შემოყვანის 33%-ზე ნაკლებმა მოახდინა დამკვიდრება მთელ მსოფლიოში (Cock et al. 2016), ხოლო ჩრდილოეთ ამერიკაში, 1985 წლიდან მოყოლებული, გაშვებული პარაზიტოიდების მხოლოდ დაახლოებით 54% დამკვიდრდა (van Driesche et al. 2020). დამკვიდრებაზე შეიძლება გავლენა იქონიოს მრავალმა მექანიზმმა, მათ შორის, აბიოტურმა პირობებმა, სახეობრივმა სპეციფიკურმა ბიოლოგიურმა ნიშან-თვისებებმა, კლიმატურმა პროცესებმა,

პოპულაციის სიმჭიდროვის ეფექტებმა ან გამზებულ პოპულაციაში გენეტიკური ვარიაციის დონემ (Fauvergue and Hopper 2009). თუმცა, სახეობების ფართო სპექტრში დამკვიდრების წარმატების ყველაზე თანმიმდევრული პროგნოზირებადი ფაქტორებია: დაკვირვება ბკას-ს გავრცელებაზე, შეტანის ნორმასა და გამოყენების სიხშირეზე (Lockwood et al. 2005, Colautti et al. 2006, Blackburn et al. 2015). ამიტომ, დაიგეგმა ამ ფაქტორების ტესტირება *T. japonicus*-ის ეგერეთწოდებულ (inundative method) გამაძლიერებელი ანუ დამატებითი მეთოდის გამოყენებით.

2019-2021 წლებში *T. japonicus*-ის დამკვიდრებისათვის, *H. halys*-ზე პარაზიტოზმის მაჩვენებლების მონიტორინგისთვის, გამოყენებულ იქნა *H. halys*-ის სასიგნალო კვერცხები და ყვითელი წებოვანი დამჭერები. მონიტორინგის ფარგლებში, ასევე გამოიცადა, თუ როგორ შეიძლება ახალმა ან ცივად შენახულმა *H. halys*-ის კვერცხების გამოყენებამ გავლენა მოახდინოს *T. japonicus*-ის პარაზიტოზმზე. არსებობს ჰიპოთეზა, რომ გაყინვის პროცესი ახანგრძლივებს ადგილობრივი სახეობების პარაზიტოზმს, რადგან ის კლავს მწერის ემბრიონს, რითაც აქრობს ნებისმიერ პოტენციურ იმუნურ ან დამცავ მექანიზმს, რომელსაც შეუძლია პარაზიტოზმის წინააღმდეგ ბრძოლა (Herlihy et al. 2016). თუმცა, ამის დამადასტურებელი მტკიცებულებები არაერთგვაროვანია - ზოგიერთმა კვლევამ აჩვენა პარაზიტოზმის ზრდა გაყინულ კვერცხებშიც, ზოგი კი ვერ ავლენს განსხვავებას ახალ და გაყინულ კვერცხებს შორის პარაზიტოზმის მხრივ (Abram et al. 2017, McIntosh et al. 2019).

ასევე, გამოიცადა, თუ რა გავლენა შეიძლება იქონიოს დაპარაზიტებაზე მცენარის ფოთლებში მყოფი კვერცხების და ყვითელი წებოვანი დამჭერების განთავსებამ (დაბალ ან მაღალ ადგილებში). არსებობს გარკვეული მოსაზრება, რომ *T. japonicus*-ს უპირატესობას ანიჭებს თავის მშობლიური მასპინძელს, „სამოთხის ხეს“ *Ailanthus altissima* (Mill.), შუა და ზედა ფოთლებს, მაშინ როდესაც ადგილობრივი პარაზიტოიდების დაჭერის ალბათობა თანაბრად მაღალი იყო ამ ეგზოტიკური მცენარის დაბალ, შუა ან ზედა ფოთლებში (Quinn et al. 2019). ეს დასკვნები გაფართოვდა იმის შეფასებით, თუ როგორ იმოქმედა პარაზიტოიდების

დაჭერის სიჩქარეზე მცენარის სიმაღლემ, ნიმუშის აღებისას სხვადასხვა სახეობების მრავალფეროვნებაზე, რომლებიც მიჩიგანშია გავრცელებული. და ბოლოს, იმის გათვალისწინებით, რომ *T. japonicus*-ს ლაბორატორიაში შეუძლია რამდენიმე ადგილობრივი სახეობის ბალნინჯოს დაინვაზირება, თუმცა სავსე პირობებში რაიმე პოტენციური არასამიზნე თავდასხმის შესახებ, ცოტა რამ არის ცნობილი (Garipey and Talamas 2019, Milnes and Beers 2019); ასევე, გამოკვლეულ იქნა, შეძლებდა თუ არა, გაშვებული პარაზიტოიდი - *T. japonicus* გავლენა მოეხდინა ადგილობრივ მტაცებელ ბალნინჯო პოდიფუსის *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae) კვერცხებზე.

მასალა და მეთოდები

T. japonicus-ის გამრავლება მიჩიგანის კოლონიიდან განხორციელდა 5 ინდივიდისგან, 2 მამრისა და 3 მდედრისგან, რომლებიც გამოვიდნენ *H. halys*-ის ერთი სასიგნალო კვერცხის მასიდან, რომელიც გაშვებული იყო მიჩიგანის სახელმწიფო უნივერსიტეტის (MSU) კამპუსის მდებარე სტუდენტურ ორგანულ მეურნეობაში (42.6749 –84.4897) 2018 წლის აგვისტოში (Jarrett et al. 2019). 2018 წელს და წინა წლებში მიჩიგანში ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა *T. japonicus*-ის ერთჯერადი გამოვლენის შემთხვევა (Jarrett et al. 2019). პარაზიტოიდების გამრავლება ხდებოდა ახალი (<72 საათის ასაკის) ან გაყინული(ანუ ცივად შენახული) (-80°C ტემპერატურაზე) *H. halys*-ის კვერცხების მასის მიწოდებით, 5-15 შეფარდებით, შერეული სქესის ინდივიდებით, 3-7 დღის განმავლობაში, პლასტმასის სინჯარებში კვერცხების დასადებად და თავსახურავზე თავლის წვეთის განთავსებით პარაზიტოიდების მოსაგროვებლად. სინჯარები ინკუბატორში ინახებოდა 20°C ტემპერატურაზე და 70%-იან ტენიანობაზე, 16:8 L:D ფოტოპერიოდით. ზრდასრული პარაზიტოიდები კვერცხებიდან 14-21 დღის შემდეგ გამოდიოდნენ.

T. japonicus-ის გამოსაზრდელად გამოყენებულ იქნა *H. Halys* კვერცხები MSU-დან ან ნიუ-ჯერსის სოფლის მეურნეობის დეპარტამენტის ფილიპ ალამპის სასარგებლო მწერების ლაბორატორიული გამრავლების ცენტრიდან. MSU-ს კოლონიებიდან ზრდასრული *H. Halys* გამოყვანა ხდებოდა ბადისებრ

აღზრდილებში (30 X 30 X 60 სმ), თითოეულში 40-60 შერეული სქესის ზრდასრული ინდივიდების მოთავსებით 25°C ტემპერატურაზე, 50-70%-იანი ტენიანობისა და 16:8 L:D ფოტოპერიოდით. კლიმატ-კონტროლირებად ოთახში, ნიმფები მოთავსებული იქნა 236 მლ-იან გამჭვირვალე, კვადრატული ფორმის პლასტმასის კონტეინერებში. სახურავებზე გაკეთდა 6 სმ²-იანი ნახვრეტი და ვენტილაციის უზრუნველსაყოფად დაიფარა მარლით. ყველა სტადიას მიეწოდებოდა წყალი 60 მლ-ანი წყლით სავსე ჭიქებით, სტომატოლოგიური ფითილების მეშვეობით. მათი რაციონი მოიცავდა ორგანულ მწვანე ლობიოს, ბარდას, ბროკოლს, სტაფილოს, ვაშლს და თხილის ნარეხს.

ადგილობრივი ბაღლინჯო *P. maculiventris*, რომელიც გამოყენებული იყო *T. japonicus*-ის არასამიზნე ეფექტების შესაფასებლად, გამრავლდა 40-50 ინდივიდებით შემდგარ ჯგუფებად 1.2 ლიტრიან გამჭვირვალე, მრგვალ პლასტმასის კონტეინერებში 25°C ტემპერატურაზე, 50-75%-იან ტენიანობასა და 16:8 L:D ფოტოპერიოდ კლიმატურ კამერაში. წყალი მიეწოდებოდა 60 მლ წყლით სავსე ჭიქებში ჩასმული სტომატოლოგიური ფითილების საშუალებით. მათი რაციონი მოიცავდა ცვილის ჩრჩილს მატლებს (Top Hat Cricket Farm Inc., Portage, Michigan) და ორგანულ მწვანე ლობიოს. ორივე სახეობის ბაღლინჯოს კოლონიისთვის კვერცხები, კვირაში 2-3-ჯერ გროვდებოდა. მწვანე ლობიოს ფოთლები და ქაღალდის ხელსახოცები გამოიყენებოდა პარაზიტოიდების გასამრავლებლად, როგორც მინდორში საცდელი კვერცხები, რომლებიც ბრუნდებოდა კოლონიაში, ან იყინებოდა -80°C ტემპერატურაზე შემდგომი გამოყენებისთვის.

ადგილმდებარეობის შერჩევა და ექსპერიმენტული გეგმა

2019 და 2020 წლებში ჩატარდა სავსე გაშვება *T. japonicus*-ის წარმატებით დამკვიდრებისთვის სხვადასხვა მეთოდებით. შეირჩა 24 სავსე ადგილი ექსპერიმენტებისათვის. ადგილის შერჩევის კრიტერიუმები მოიცავდა გაშვების და მონიტორინგის ადგილების შესახებ ინფორმაციას. კერძოდ, შესხურებისგან თავისუფალ პერიოდების დადგენას. სავსე ადგილების შერჩევის კრიტერიუმი

იყო მონაცემები *H. halys*-ის შედარებით მაღალი დასახლების სიმჭიდროვის რეგიონში, რაც შეფასებული იყო ამ კვლევამდე მრავალწლიანი მონიტორინგით (Wilson, გამოუქვეყნებელი მონაცემები). კიდევ ერთი კრიტერიუმი იყო ნაკვეთის ერთი მხარე, რომელიც ესაზღვრებოდა ტყის ტერიტორიას და რომელიც, სავარაუდოდ უზრუნველყოფდა *H. halys*-ის და *T. japonicus*-ის ჰაბიტატს, სადაც არ გამოიყენებოდა პესტიციდები. ტყის ეს ნაკვეთები მოიცავდა წიწვოვანი და ფოთლოვანი სახეობების მრავალფეროვნებას, მათ შორის, შაქრის ნეკერჩხალს (*Acer saccharum*), წითელ ნეკერჩხალს (*A. rubrum*), ამერიკულ წიფელს (*Fagus grandifolia*), თეთრ ფიჭვს (*Pinus strobus*), აღმოსავლურ ბამბუკს (*Populus deltoides*), წითელ მუხას (*Quercus rubra*), თეთრ მუხას (*Q. alba*), თეთრი აკაცია (*Robinia pseudoacacia*), შინდი (*Cornus sp.*), ძახელი (*Viburnum sp.*) და თუთას (*Morus sp.*). ზემოთ აღნიშნული კრიტერიუმების გათვალისწინებით, კვლევისთვის შერჩეული ადგილები ძირითადად ვაშლის ბაღები იყო. სხვადასხვა ხილისა და ბოსტნეულის კულტურების რვა ნაკვეთი იმართებოდა ტრადიციული ან ნაკლებ დანახარჯიანი დამუშავებით ან ორგანული მეთოდებით.

2019 წელს სამხრეთ-დასავლეთ და ცენტრალურ მიჩიგანში თორმეტი საკვლევი ადგილი გამოვლინდა, რათა შეფასებულიყო გაშვების ნორმის მნიშვნელობა დამკვიდრების წარმატებისთვის. გამოყენებული იქნა რანდომიზირებულად ანუ შემთხვევითი საკვლევი საცდელი ტერიტორიები, თითოეულ ტერიტორიაში გაშვება ჩატარდა 3-ჯერ (0 (საკონტროლო), 100 ან 900 ინდივიდი), რომლებიც 4 ტერიტორიაზე განმეორდა, გეოგრაფიულად ახლოს მდებარე ადგილებში, ერთმანეთისგან მინიმუმ 4 კმ დაშორებით. გაშვებების მონიტორინგი 2019 წელს განხორციელდა ახალი (<72 სთ-იანი ასაკის) და ცივად შენახული *H. halys*-ის საცდელი კვერცხების გამოყენებით. 2021 წელს მხოლოდ ცივად შენახული კვერცხებითა და 2020 - 2021 წლებში ყვითელ წებოვან დამჭერებთან (Trécé AM no-Bait დამჭერები) ერთად გამოყენებით. *Podisus maculiventris*-ის კვერცხდება გამოიყენებოდა, როგორც არასამიზნე მოქმედების შესაფასებლად მხოლოდ 2019 წელს. *H. halys*-ის დასახლების სიმჭიდროვე განისაზღვრა 12 საკვლევი ადგილმდებარეობებიდან. თითოეულში 4 პირამიდული

დამჭერის გამოყენებით. პირამიდული დამჭერები ხილის ბაღებში, განთავსებული იყო ერთმანეთისგან 7 მეტრის დაშორებით, ხეების პარალელურად, ხოლო მიმდებარე ტყის ნაკვეთებში 10 მეტრის დაშორებით.

Trissolcus japonicus-ის გაშვება

ზრდასრული *T. japonicus*-ის იმაგოები ორივე წელს გაშვებულ იყო ტყის ნაკვეთებში, მინდვრის კიდეებიდან სულ მცირე 10 მეტრის დაშორებით, *H. halys*-ის მონიტორინგისთვის გამოყენებულ ორ პირამიდისებრ დამჭერებს შორის. პარაზიტოიდები მოათავსეს 500 მლ-იან პლასტმასის ჭიქებში, რომლებიც 3 მეტრის სიგრძის ჯოხის გამოყენებით პირამიდულ დამჭერებს შორის მდებარე უახლოესი ხის ფოთლებში დაამაგრეს. პარაზიტოიდებს გაშვებამდე მინიმუმ 48 საათის განმავლობაში მიეცათ შეჯვარების საშუალება. გამრავლების პროცესში *T. japonicus*-ის კოლონიის სქესობრივი თანაფარდობა იყო არათანაბარი და იხრებოდა მდედრებისკენ (86–88% მდედრი)(Linder et al. 2023). გაშვებები მიზნად ისახავდა *H. halys*-ის კვერცხების პიკურ პერიოდს, რომელიც, სავარაუდოდ 460-დან 734 დღემდე მიმდინარეობდა (საბაზისო ტემპერატურა 14.17°C, დაწყებული 1 იანვრიდან), ნიუ-იორკის მოდელირებული შეფასებების საფუძველზე (Nielsen et al. 2016). ეს მონაცემები შეესაბამებოდა 2019 წლის 9-27 ივნისს და 2020 წლის 9-25 ივნისს მიჩიგანის შტატის აღმოსავლეთ ლანსინგის, მონაცემებს. 0 (კონტროლი), ერთჯერადი გაშვება მოხდა 22 ივნისს, 2019 წელს, 521 გრადუსიანი დღეს (enviroweather.msu.edu). 2020 0 (კონტროლი), წლის სავსე სეზონისთვის პირველი გაშვება (n = 250 ან 500) მოხდა 1 ივლისს, 873 გრადუსიან დღეებში, ხოლო მეორე გაშვება (წინა 250 გაშვებას დაემატა 50 ინდივიდი) მოხდა 4 აგვისტოს, 1674 გრადუსიან დღეს. ბოლო გაშვებისათვის მეორეს პერიოდში, 250 *T. japonicus*-ი გაშვება იგეგმებოდა, თუმცა *T. japonicus*-ის რაოდენობის სიმცირის გამო, გაუშვეს 50 ინდივიდი. აქედან გამომდინარე, გაშვების ნორმა 500-სა და 300-ს შორის მერყეობდა და იყო არათანაბარი. ორ ადგილას *T. japonicus* გამოვლენა, გაშვების იმავე წელს, რეპროდუქციული აქტივობის მაჩვენებელია. გამოვლენის დაბალი მაჩვენებლების გათვალისწინებით, მათ ვერ შეაფასეს გაშვების საუკეთესო მიდგომა, რომელიც ზრდის დამკვიდრების წარმატებას.

შედეგები

Halyomorpha halys-ის სასიგნალო კვერცხების პარაზიტიზმი

2019 წელს დასავლეთის ტერიტორიის 12 უბანზე *H. halys*-ის 840 სასიგნალო კვერცხებიდან წარმატებით იქნა ამოღებული 727 ინდივიდი. ისინი გამოვლინდნენ 12 საკვლევი უბნიდან, 9-დან 30 კვერცხების მასიდან. ეს წარმოადგენს 4.12%-იან პარაზიტიზმის მაჩვენებელს, კვერცხის მასის ყველა უბანზე განლაგებისა და კვერცხების ტიპის მიხედვით. დაპარაზიტიზირებული კვერცხის მასებიდან, სულ 241 პარაზიტიდი გამოვიდა, რაც ინდივიდუალურ კვერცხების დონეზე პარაზიტიზმის 1.18%-იან მაჩვენებელს შეადგენს. 2019 წელს პარაზიტიზებული 30 კვერცხის მასიდან 3-დან 1-ზე მეტი პარაზიტიდური სახეობა გამოვიდა. ამ 3 დაკვირვების დროს გამოვლენილი პარაზიტიდების რაოდენობა თანაბრად გაიყო 2 სახეობას შორის და მონაცემთა შედეგებში შევიდა. მიუხედავად იმისა, რომ *T. japonicus* ითვლება ყველაზე პერსპექტიულ ბიოკონტროლის აგენტად, რადგან მისი პარაზიტიზმის მაჩვენებელი მაღალია *H. halys*-ის კვერცხებზე 50–80% მშობლიურ დიაპაზონში (Yang et al. 2009, Zhang et al. 2017), არსებობს ვნებათაღელვა პოტენციურ არასამიზნე ეფექტებთან დაკავშირებით, მისი ოლიგოფაგური მასპინძლის დიაპაზონის გათვალისწინებით, რომელიც მოიცავს ჩრდილოეთ ამერიკის რამდენიმე სახეობას (Hedstrom et al. 2017, Botch and Delfosse 2018). გამოცდილი არასამიზნე ეფექტებისათვის, ერთ-ერთ ყველაზე შესაფერისი ადგილობრივი სახეობა *Podisus maculiventris*-ი აღმოჩნდა. ის სასარგებლო მტაცებელი მწერია, რომელიც, როგორც ლაბორატორიაში *T. japonicus*-ით დაპარაზიტირების 64%-მდე წარმატებას უწყობს ხელს (Linder et al. 2023). ასევე, კვლევებმა აჩვენა *P. maculiventris*-ის პარაზიტიზმი *T. japonicus*-ის მიერ საველე პირობებში (Gariepy and Talamas 2019, Milnes and Beers 2019). *P. maculiventris*-ის კვერცხები *H. halys*-ის საცდელი კვერცხების იმავე ფოთლებზე მოათავსეს, რათა პარაზიტიდებს კვერცხების პირდაპირი არჩევანის საშუალება მისცემოდათ. 2019 წელს, 2 ივლისიდან 3 სექტემბრამდე პერიოდში *P. maculiventris*-ის 285 კვერცხის მასა აღინიშნა. 2020 და 2021 წლებში *P. maculiventris*-ის კვერცხები არ გამოუყენებთ. *T. japonicus*-ის პოტენციური არასამიზნე ზემოქმედების

მონიტორინგი 2019 წელს განხორციელდა კვირაში ორჯერ, 3.5 მეტრის სიმაღლეზე, მინიმუმ 5 ახალი *P. maculiventris*-ის კვერცხნადების განთავსების (ხელმისაწვდომობის მიხედვით) ადგილებში, სადაც 900 *T. japonicus* იმყოფებოდა და მისი თავდასხმის ალბათობა ყველაზე მაღალი იყო, მაგრამ ამ კვერცხებს, მხოლოდ ადგილობრივი პარაზიტოიდები ესხმოდნენ თავს. 2019 წელს განთავსებული *P. maculiventris*-ის 285 კვერცხნადების მასიდან 133 წარმატებით იქნა ამოღებული. სამიდან, სულ 12 პარაზიტოიდი აღმოჩნდა, სადაც ყველა ლოკაციაზე პარაზიტოზმის მაჩვენებელი 2.25%-ს უდრიდა. ინდივიდუალური კვერცხის დონეზე პარაზიტოზმის მაჩვენებელი 0.6% აღწევდა. *P. maculiventris*-ის კვერცხებიდან გამოსული ყველა პარაზიტოიდი *Telenomus* (n = 11) და *Ooencyrtus* (n = 1) გვარის ადგილობრივი სახეობები იყვნენ. მათ ვერ აღმოაჩინეს *T. japonicus*-ის პარაზიტოზმი *P. maculiventris*-ის კვერცხებზე (Jarrett et al. 2019). თუმცა, მიჩიგანში *T. japonicus*-ის დაბალი სიმჭიდროვის გათვალისწინებით, ეს შედეგები შეიძლება არ იყოს შთამბეჭდავი მისი ადგილობრივ სახეობებზე პოტენციური ზემოქმედების თვალსაზრისით და ის ხელახლა უნდა შეფასდეს პოპულაციის დამკვიდრების გაზრდის შემდეგ. რადგან ადგილობრივი ბალნინჯოების პარაზიტოზმი სავსე პირობებში გაცილებით დაბალია (0.4–8%), ვიდრე *H. halys*-ის (77%), რამდენიმე კვლევამ აჩვენა *T. japonicus* -ის ძლიერი უპირატესობა და უფრო მაღალი ეფექტურობა *H. halys*-ზე, ადგილობრივ ბალნინჯოებთან შედარებით (Boyle et al. 2020, Malek et al. 2021, Linder et al. 2023), მისი გადანაწილება გრძელდება რამდენიმე შტატში (Jentsch 2017, Milnes and Beers 2019). მოსალოდნელია, რომ *T. japonicus* იქნება *H. halys*-ის წინააღმდეგ მიმართული ინტეგრირებული მავნებლების მართვის პროგრამების მნიშვნელოვანი კომპონენტი, როგორც ჩრდილოეთ ამერიკაში, ასევე ევროპაში (Abram et al. 2020) და ამ კვლევის ფარგლებში ჩატარებული სავსე გაშვებები, სავარაუდოდ, ხელს შეუწყობს მის ფართოდ გავრცელებას და პოპულაციის ზრდას მიჩიგანში. ზოგადად ბკა-ს წარმატებული გაშვება, დამოკიდებულია ვრცელ წინასწარ კვლევაზე (მოითხოვს დაახლოებით 10 წლამდე) მავნებლისა და ბუნებრივი მტრის ურთიერთქმედების, ბიოლოგიისა და ეკოლოგიაზე ზემოქმედების ყოვლისმომცველი პასუხების მისაღებად, იმ

გარემოში, საიდანაც ისინი წარმოიშვნენ და შემდგომში, რომელშიც ისინი გაუშვეს და შესაძლებელია მათი დამკვიდრება. შემფოთება ამ თუ იმ რისკის შესახებ, რომელიც შემოყვანილმა ბიოლოგიური კონტროლის აგენტებმა შეიძლება გამოიწვიონ ბუნებრივ, არასასოფლო-სამეურნეო ეკოსისტემებში, ბოლო დრომდე არ გამხდარა საკამათო პრობლემა (Bale, et al.2007). ევროპაში არსებული მონაცემები წარმოდგენილია იტალიის მაგალითზე.

მასპინძლები

H. halys-ის კოლონია შეიქმნა ტრენტოს პროვინციაში 2019 წლის ოქტომბერში შეგროვებული გამოზამთრებული ზრდასრული ცოცხალი ინდივიდებისგან, იმაგობის გამოყენებით [35]. მწერები ბადისებრ აღზრდილებში (BugDorm®, ტაიჩუნგი, ტაივანი, 30 × 30 × 30 სმ) 25 ± 1°C ტემპერატურაზე, 60 ± 5% RH-ზე და 16:8 დღე-ღამის ფოტოპერიოდზე იმყოფებოდნენ, იკვებებოდნენ ფრანგული ლობიოთი (*Phaseolus vulgaris* L.), პომიდვრით (*Solanum lycopersicum* L.), სტაფილოთი (*Daucus carota* L.) და უმი მიწისთხილით (*Arachis hypogaea* L.). საკვები და წყალი კვირაში ორჯერ იცვლებოდა. დამჭერები, ყოველდღიურად მოწმდებოდა ახალი კვერცხების შესაგროვებლად, რომლებიც გამოიყენებოდა პარაზიტოიდების გასაზრდელად.

ექსპერიმენტებისთვის *Nezara viridula*-ს ნიმუშები ტრენტოს პროვინციაში 2020 წლის ივნისში შეგროვდა და გამოიყვანეს *H. halys*-ის-სთვის გამოყენებული იგივე პროცესით.

პარაზიტოიდები

Trissolcus mitsukurii და *T. japonicus* შეგროვდა ტრენტოს პროვინციაში(იტალია) 2019 წლის ზაფხულში და კოლონიები შეიქმნა Fondazione Edmund Mach-ის საკარანტინო ობიექტში(იტალია). პარაზიტოიდები გამრავლდა და გაიზარდა პლასტმასის კონტეინერებში (50 მლ), 25 ± 1°C ტემპერატურაზე, 60 ± 5% RH-ზე და 16:8 დღე-ღამის ფოტოპერიოდზე. სუფთა თაფლის წვეთების მიწოდებით და იცვლებოდა კვირაში ორჯერ. შენახული (-80°C ტემპერატურაზე, 6 თვემდე) *H. halys*-ის კვერცხების მასაში შთამომავლობის წარმოებისთვის მდედრის ნიმუშები სიჭარბით გამოირჩეოდა.